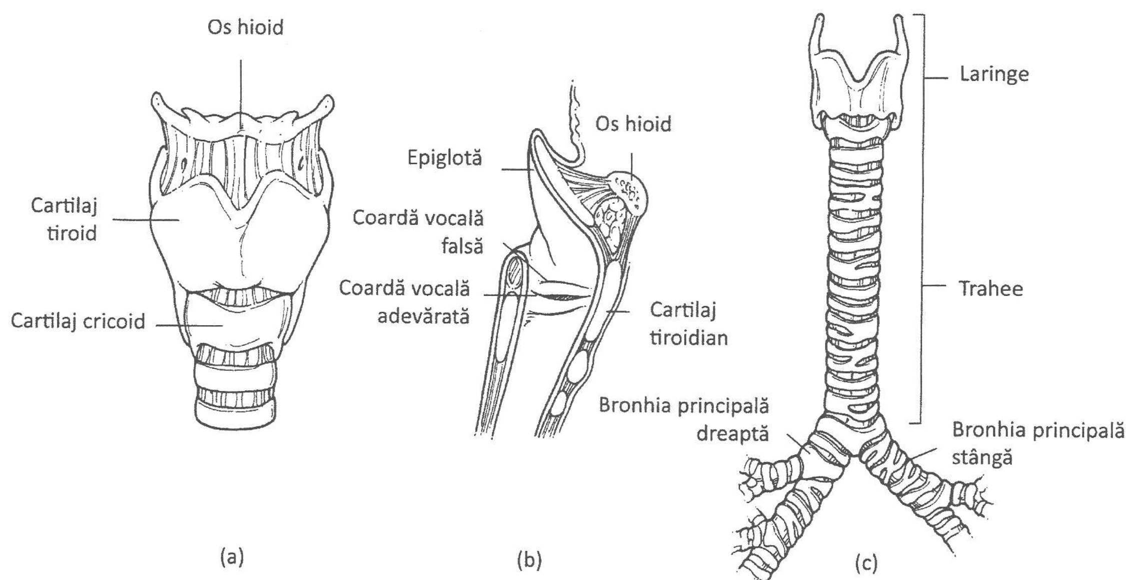


FIGURA 17.4 Laringele, corzile vocale și traheea. (a) Vedere anterioară a laringelui. Sunt ilustrate cele trei cartilaje mari. (b) Secțiune sagitală a laringelui, privită din partea dreaptă. Corzile vocale sunt pliuri de țesut în interiorul laringelui. Observați epiglota, în formă de „capac", formă ce îi permite să se închidă peste laringe în timpul deglutiției. (c) Traheea cu inelele cartilaginoase de susținere și ramurile ce formează bronhiile. Observați că bronhia dreaptă este mai mare și situată mai vertical decât bronhia stângă.

PLĂMÂNII

Plămânii sunt organe pereche ce ocupă cea mai mare parte a cavității toracice. Sunt alcătuiți din milioane de săculeți numiți **alveole**. Membranele respiratorii ale alveolelor alcătuiesc o barieră extrem de subțire prin care trec gazele, prin difuziune. La un adult, plămânul are aproximativ 300 de milioane de alveole.

Plămânii sunt separați unul de celălalt printr-o zonă mediană ce conține inima și alte organe ale cavității toracice (timusul, o parte a esofagului și mai multe vase mari de sânge), fixate prin țesut conjunctiv. Această zonă poartă denumirea de **mediastin**.

Plămânii au o formă conică și, datorită alveolelor, o textură elastică și spongioasă (buretoasă). Plămânul drept este împărțit în trei lobi, în timp ce, plămânul stâng este împărțit în doi lobi (Figura 17.5). La rândul său, fiecare lob este împărțit în **lobuli** mai mici, fiecare lobul fiind deservit de o bronhiolă.

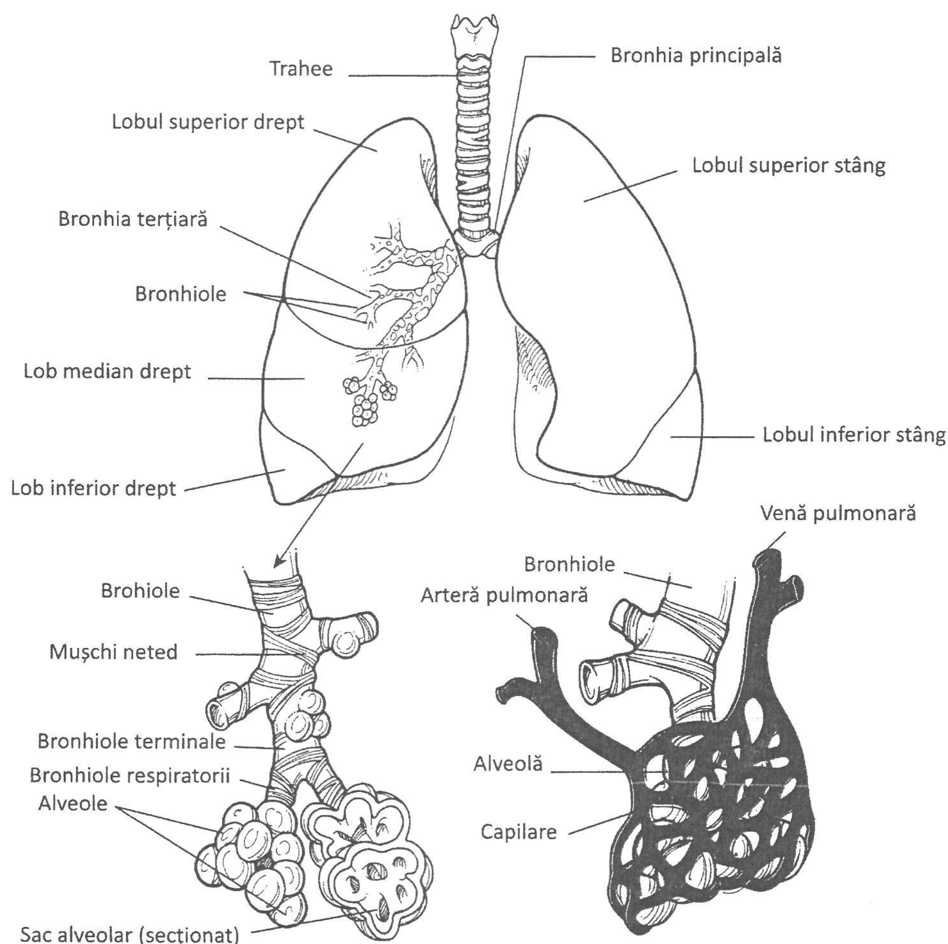


FIGURA 17.5 Detalii ale plămânilor şi ale alveolelor. (a) Sunt ilustraţi cei cinci lobi ai plămânilor şi arborele bronşic care se extinde în toate ariile pulmonare. (b) O imagine detaliată a porţiunii terminale a arborelui bronşic, prezentând o bronhiolă ce se extinde la un grup de alveole. Observaţi benzile de muşchi neted ce înconjoară bronhiolele. (c) Un grup de alveole reprezentând unitatea funcţională de bază a plămânului. O ramură a arterei pulmonare transportă sângele la alveole şi reţeaua capilară care înconjoară alveolele. Aici are loc schimbul de gaze. O ramură a venei pulmonare transportă apoi sângele din alveole, înapoi în partea stângă a inimii.

Fiecare plămân este înconjurat de o membrană dublu stratificată numită **pleură**. Stratul intern al pleurei se numeşte **pleura viscerală**. Acest strat acoperă suprafaţa fiecărui plămân, pătrunde în fisurile dintre lobi şi delimitează mediastinul. Stratul extern al pleurei, numit **pleura parietală**, acoperă suprafaţa interioară a cavităţii toracice.

Pleura viscerală şi cea parietală se continuă una cu cealaltă într-o zonă în care bronhiile primare, vasele de sânge şi nervii pătrund în plămâni. Astfel, cele două foiţe ale pleurei formează „un sac dezumflat". Zona din interiorul sacului (între pleura viscerală şi cea parietală) se numeşte **cavitate pleurală**. Lichidul din această cavitate păstrează cele două foiţe în strânsă legătură şi le permite să alunece uşor una peste cealaltă.

FIZIOLOGIA RESPIRAȚIEI

Procesul respirației este un mecanism fiziologic important, ce include respirația și schimbul de gaze.

MECANISMUL RESPIRAȚIEI

Respirația reprezintă procesul prin care aerul intră și iese din alveole. Respirația se bazează pe principiul conform căruia aerul se deplasează dintr-o regiune cu presiune înaltă (densitate crescută) către o regiune cu presiune joasă (densitate scăzută). Astfel, aerul va pătrunde în plămâni dacă aerul din alveole are o presiune mai joasă decât cea atmosferică. Aerul părăsește plămânii dacă aerul din alveole are o presiune mai mare decât cea atmosferică.

DE REȚINUT
Inspirația aduce aer în plămâni prin creșterea volumului cavității toracice. Prin scăderea volumului, expirația permite ieșirea aerului.

Modificările de presiune din plămâni sunt generate de activitatea mușchilor scheletici, numiți **mușchi respiratori**, ca răspuns la stimularea nervului frenic. Modificările de presiune depind de elasticitatea plămânilor și de relația anatomică a pleurei cu plămînii. Depind, de asemenea, și de prezența unui spațiu toracic închis, în care se află plămânii. În plus, modificările de presiune sunt generate și de alinierea pleurei viscerale (ce căptușește plămânii) imediat lângă pleura parietală (ce căptușește cavitatea toracică).

În timpul **inspirației**, au loc contracții ale mai multor seturi de mușchi respiratori situați între coaste. Acești mușchi se numesc **mușchi intercostali externi**. Contracțiile musculare ridică coastele în sus și în exterior (Figura 17.6). În același timp, **diafragmul** se contractă și se mișcă în jos. Aceste contracții musculare simultane cresc foarte mult volumul toracelui. Mușchii intercostali sunt utilizați de cele mai multe ori în inspirația forțată, în timp ce, diafragmul este folosit atât în respirația forțată cât și în cea normală. Datorită volumului crescut al cutiei toracice, plămânii, fiind elastici, se destind pentru a umple cavitatea pleurală. Astfel, plămânii urmează expansiunea toracică.

Expansiunea plămânilor crește volumul din căile aeriene și alveole. Creșterea volumului determină și scăderea presiunii aerului din alveole și căile aeriene. Pentru că aerul trece dintr-o regiune cu presiune înaltă într-o regiune cu presiune joasă, aerul atmosferic pătrunde liber în alveolele pulmonare.

După ce plămânii s-au umplut cu aer, are loc schimbul de gaze între alveole și sânge. Următorul proces ce are loc este expirația. În timpul **expirației**, mușchii respiratori (mușchii intercostali externi și diafragmul) se relaxează. Odată cu relaxarea, scade volumul toracelui, care revine la forma sa inițială. Această activitate comprimă plămânii și scade volumul acestora. Scăderea volumului crește presiunea aerului din plămâni. Deoarece aerul trece dintr-o regiune cu presiune ridicată într-una cu presiune joasă, acesta iese din alveole în atmosferă prin căile aeriene.

Expirația golește parțial plămânii de aer. Este un proces pasiv, care poate fi controlat de organism, dar nu la fel de mult ca inspirația.

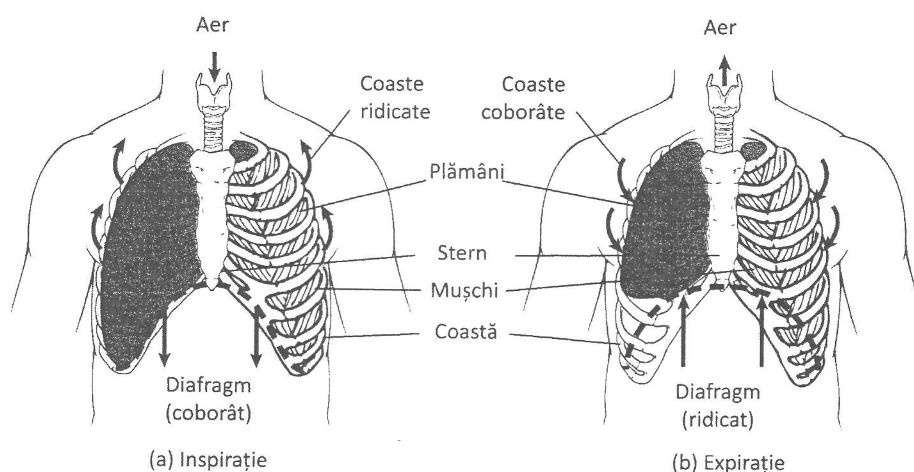


FIGURA 17.6 Schimbările de volum ale cavității toracice pe măsură ce se contractă mușchii respiratori. (a) Diafragmul și mușchii intercostali se contractă și cresc volumul cavității toracice. Plămânii se expansionează, și astfel volumul lor crește, permițând inhalarea aerului. (b) Când mușchii se relaxează, cavitatea toracică revine la dimensiunea din repaus (observați diferențele de mărime). Acum plămânii se relaxează, scăzând astfel volumul lor și permițând ieșirea aerului.

VOLUMUL PLĂMÂNILOR

În repaus și în timpul respirației normale, aproximativ 500 mililitri de aer intră și ies din plămâni. Acest volum de aer poartă denumirea de **volum curent respirator**. După o expirație normală, în plămâni rămân aproximativ 2500 ml de aer. Chiar și după un expir forțat, în plămân mai rămân aproximativ 1000 ml de aer. Acest volum se numește **volum rezidual**.

Prin inspir forțat, în plămân mai pot fi introduși aproximativ 2500-3500 ml de aer pe lângă cei 500 ml de aer din timpul unui inspir normal. Volumul maxim de aer ce poate fi schimbat la nivel pulmonar reprezintă **capacitatea vitală pulmonară**. Deoarece capacitatea vitală presupune efectuarea unui inspir și a unui expir forțat, care determină un efort muscular intens, umplerea plămânilor la capacitatea maximală nu poate fi menținută pentru o perioadă îndelungată.

CONTROLUL RESPIRAȚIEI

Respirația este controlată prin contracții ale mușchilor respiratori, iar aceştia sunt controlați de către stimuli nervoşi. Zona principală de control a mușchilor respiratori este o porțiune a creierului, numită **centrul de control respirator**. Acesta este situat în trunchiul cerebral și cuprinde părți din bulb și punte (Figura 17.7). Două grupuri neuronale din această regiune controlează ritmul respirației și amplitudinea mișcărilor din timpul respirației forțate. O altă zonă din centrul de control, numită **zona pneumotaxică**, reglează și ea frecvența și amplitudinea respirației.

Centrii respiratori din trunchiul cerebral monitorizează indirect nivelul de dioxid de carbon din fluxul sanguin. Dioxidul de carbon este un produs rezidual al respirației ce-

lulare. Pe măsură ce crește concentrația de dioxid de carbon din sângele arterial, gazul difuzează în lichidul cefalorahidian, ajungând astfel la nivelul centrului respirator. Creșterea concentrației dioxidului de carbon în lichid determină o creștere corespunzătoare a concentrației ionilor de bicarbonat și hidrogen (și anume, aciditatea) în lichid. Nivelul ridicat al ionilor de hidrogen activează centrul respirator, și impulsurile nervoase din zona pneumotaxică sunt transmise mușchilor respiratori. Impulsurile cresc frecvența și amplitudinea respirației. Pe măsură ce dioxidul de carbon este expirat din plămâni, concentrația ionilor de hidrogen din sânge scade. Acest lucru determină scăderea concentrației ionilor de hidrogen în lichidul cefalorahidian, ceea ce inhibă activarea centrului respirator.

Alți receptori pentru sistemul respirator sunt receptorii chimici (chemoreceptori) situați în arterele carotide și la nivelul arcului aortic (Capitolul 15). Acești chemoreceptori monitorizează conținutul de oxigen dizolvat din sânge. Atunci când nivelul de oxigen este scăzut, sunt stimulați chemoreceptorii care trimit impulsuri la centrul de control respirator pentru a crește frecvența și amplitudinea respirației.

Activitatea centrului respirator și cea a chemoreceptorilor sunt mecanisme involuntare de control respirator. Organismul poate anula parțial aceste mecanisme cu ajutorul impulsurilor nervoase din cortexul cerebral, care sunt transmise centrului de control respirator. Controlul voluntar permite oprirea respirației în timpul înotului sau în alte situații.

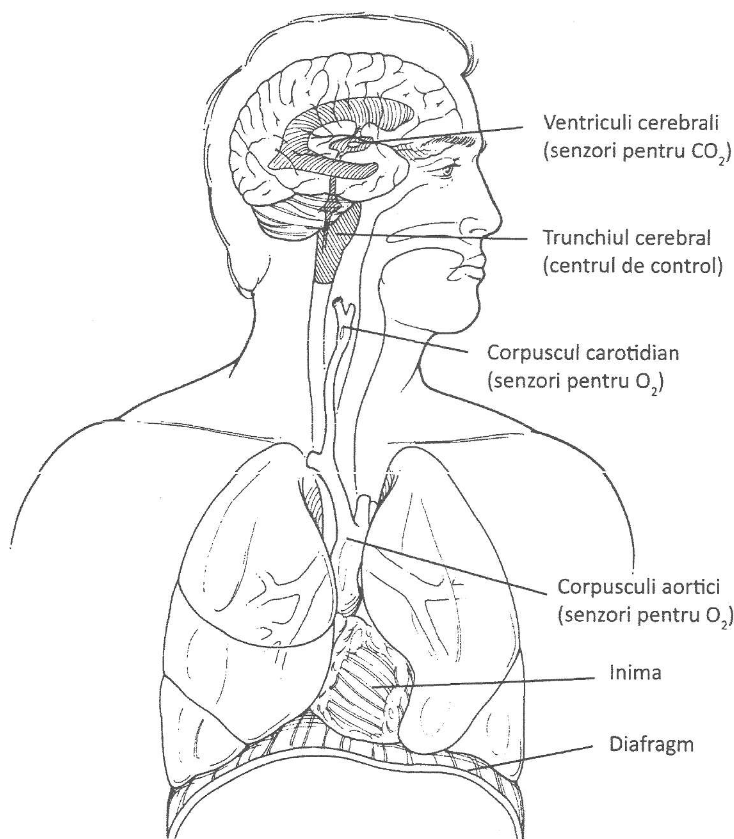


FIGURA 17.7 Controlul respirației în organism. Trei zone importante de control sunt situate în bulbul rahidian, arterele carotide și în arcul aortic.

Cu toate acestea, pe măsură ce nivelul dioxidului de carbon și al ionilor de hidrogen crește în lichidele corpului, impulsurile din centrul respirator înving oprirea voluntară a respirației. În acest moment suntem obligați să inspirăm. Respirația profundă și rapidă se numește **hiperventilație**.

SCHIMBUL DE GAZE

Oxigenul și dioxidul de carbon sunt transportate la și de la plămâni prin mecanisme ușor diferite. În ceea ce privește oxigenul, aproximativ 2% din gaz este dizolvat în plasmă sau în citoplasma globulelor roșii (hematii). Restul de 98% este transportat de moleculele de hemoglobină din globulele roșii. Fiecare moleculă de hemoglobină este capabilă să lege cu ușurință patru molecule de oxigen. Când oxigenul este legat de hemoglobină, complexul poartă denumirea de **oxihemoglobină**.

În ceea ce privește dioxidul de carbon, o parte foarte mică (aproximativ 7%) este transportată sub formă de gaz dizolvat în plasmă și în citoplasma hematiilor (Figura 17.8). Aproximativ 25 - 30% din dioxidul de carbon este transportat sub formă de **carbaminohemoglobină** de către moleculele de hemoglobină, care au eliberat în prealabil oxigenul în țesuturi. Dioxidul de carbon se leagă de hemoglobină într-un loc diferit de cel în care se leagă oxigenul.

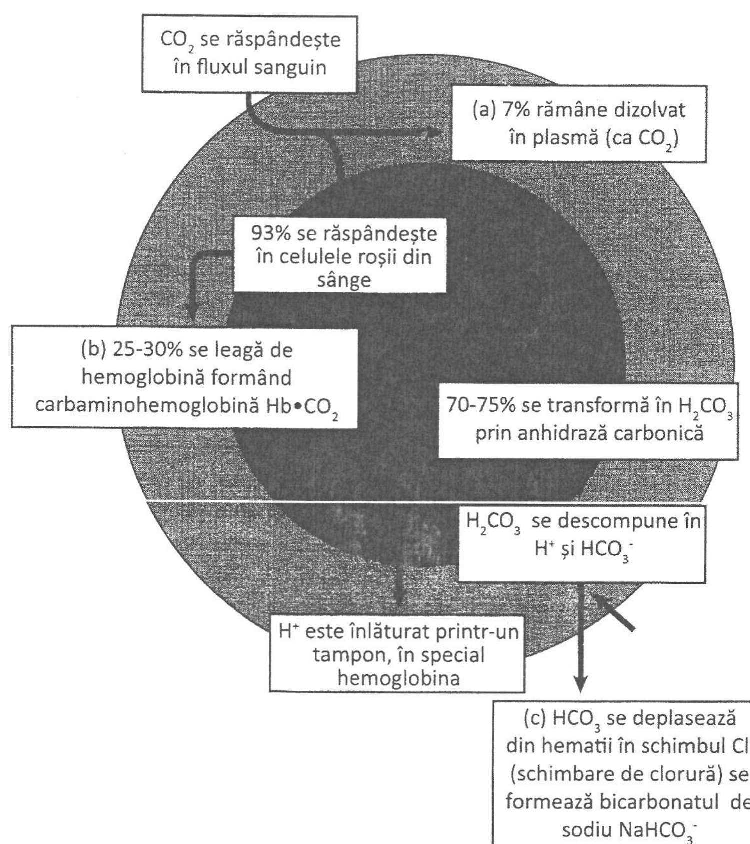


FIGURA 17.8 Transportul dioxidului de carbon în sânge. Dioxidul de carbon pătrunde în sânge (stânga sus); trei mecanisme diferite asigură transportul acestuia: (a) ca CO_2 dizolvat; (b) sub formă de carbaminohemoglobină; și (c) sub formă de bicarbonat de sodiu.

Dioxidul de carbon rămas (aproximativ 70-75%) este transportat în sânge sub formă de **ioni de bicarbonat** (HCO_3^-), în globulele roșii. Acești ioni de bicarbonat se formează după ce dioxidul de carbon pătrunde în plasma sanguină de la nivel tisular și se combină cu apa pentru a forma acid carbonic (H_2CO_3). Această reacție este catalizată de **anhidraza carbonică**, o enzimă prezentă în globulele roșii. Acidul carbonic disociază apoi în ioni de hidrogen și ioni de bicarbonat. Unii ioni de bicarbonat ajung în globulele roșii, care asigură transportul pentru dioxidul de carbon. Cu toate acestea, mulți ioni difuzează în plasmă unde, pentru transport, se combină cu ioni de sodiu, pentru a forma bicarbonat de sodiu ($NaHCO_3$). De fiecare dată când un ion de bicarbonat difuzează prin membrana globulelor roșii, în ele pătrunde un ion de clor. Când un număr mare de molecule de CO_2 intră în sânge, procesele se desfășoară cu rapiditate și apare un influx crescut de ioni de clor în eritrocite, fenomen denumit **transfer de clor**.

DE REȚINUT
În plămâni, oxigenul trece din alveole în sânge iar CO_2 trece din sânge în alveole.

În alveole, oxigenul din aer este schimbat cu dioxidul de carbon din sânge. Forța motrice a acestui schimb este un proces pasiv numit **difuziune**. Difuziunea este mișcarea moleculelor dintr-o zonă cu concentrație mare spre o zonă cu concentrație scăzută. Difuziunea nu necesită consum energetic și este un fenomen pasiv. În Capitolul 21 sunt prezentate detaliile privind presiunile oxigenului și ale dioxidului de carbon.

La nivelul alveolelor, globulele roșii se deplasează prin capilarele microscopice de pe suprafața sacului alveolar. Oxigenul din sacul alveolar difuzează prin membrana respiratorie în plasmă și apoi pătrunde în interiorul eritrocitului. Difuziunea are loc în această direcție, deoarece hematiile sunt puțin oxigenate (prezintă deficit de oxigen), în timp ce, aerul din alveole este bogat în oxigen. Moleculele de oxigen pătrund în hematii și se leagă ușor de moleculele de hemoglobină, pentru a fi transportate la celule (Figura 17.9).

Deoarece moleculele de oxigen trec din sacul alveolar în globulele roșii, ionii de bicarbonat sunt convertiți în molecule de dioxid de carbon. Moleculele de dioxid de carbon trec apoi prin difuziune din globulele roșii în sacul alveolar. Difuziunea are loc deoarece hematiile sunt bogate în dioxid de carbon, în timp ce aerul din alveole este sărac în dioxid de carbon.

După ce a avut loc schimbul gazos dintre sânge și aer, hematiile părăsesc zona sacilor alveolari. Capilarele se unesc pentru a forma venulele pulmonare, care se unesc apoi pentru a forma venele pulmonare. Acestea se unesc pentru a forma **vena pulmonară** principală, ce transportă sângele înapoi la inimă.

Vena pulmonară se varsă în partea stângă a inimii, iar apoi ventriculul stâng pompează sângele bogat în oxigen la nivelul țesuturilor corpului. La nivelul țesuturilor organismului, oxigenul este eliberat din globulele roșii prin mecanisme opuse celor din alveole, iar apoi este preluată o nouă încărcătură de dioxid de carbon (Figura 17.9). Oxigenul este utilizat în metabolismul celular în timpul procesului de eliberare de energie și formare a ATP-ului (Capitolul 19).

DE REȚINUT
În țesuturi, oxigenul trece din sânge în țesuturi și CO_2 trece din țesuturi în sânge.

SECȚIUNEA B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Oxigenul și dioxidul de carbon sunt transportate între celulele corpului și sistemul respirator de către __________.
2. Cele mai mici ramificații ale tuburilor sistemului respirator se termină în grupuri de săculeți microscopici numiți ___________.
3. Schimbul de gaze între sânge și atmosferă are loc la nivelul unor structuri numite ___________.
4. Sângele este vehiculat de la inimă spre plămân printr-o arteră majoră numită ___________.
5. Cavitatea bucală și cavitățile nazale se întâlnesc într-o regiune ce poartă denumirea de ___________.
6. Cavitățile nazale se deschid spre mediul extern la nivelul nărilor, numite de asemenea ___________.
7. În cavitatea nazală căile de trecere sunt separate una de cealaltă de către prelungiri osoase din septul nazal cunoscute și sub numele de ___________.
8. Mai multe oase din craniu conțin cavități ce comunică cu cavitățile nazale, cavități cunoscute sub denumirea de ___________.
9. Simțul mirosului este asociat cu o zonă numită ___________, situată la nivelul peretelui superior al cavităților nazale.
10. Cele trei funcții ale nasului includ umidificarea aerului, filtrarea aerului și ___________.
11. Inflamațiile de natură alergică ce apar în cavitățile nazale poartă denumirea generală de ___________.
12. O altă denumire a faringelui este cea de ___________.
13. Căile digestive și respiratorii se întâlnesc într-o regiune a faringelui cunoscută sub numele de ___________.
14. Pereții laterali ai nazofaringelui conțin deschizături ale unor canale ce pornesc din urechea medie numite ___________.
15. Masa de țesut limfatic de pe peretele medial posterior al nazofaringelui este___________.
16. Cel mai mare cartilaj al laringelui, cunoscut și sub numele de „mărul lui Adam”, este ___________.
17. Cartilajul laringelui care seamană cu un inel cu pecete și care leagă traheea de laringe este numit ___________.

18. Deschiderea spre laringe poartă denumirea de __________.

19. Vibrația corzilor vocale se datorează aerului expirat din ___________.

20. Deoarece bărbații au corzile vocale mai lungi, vocea lor are o ___________ mai joasă

21. Traheea este susținută de o serie de structuri ___________ în forma literei „C".

22. Cele două tuburi care se ramifică primar din trahee sunt ___________.

23. Dincolo de nivelul la care bronhiile devin ___________, cartilajul din pereții lor dispare.

24. Pereții bronhiolelor sunt alcătuiți în cea mai mare parte din mușchi _______.

25. Cel mai cunoscut nume pentru inflamația arborelui bronșic este ___________.

26. Plămânii ocupă cea mai mare parte a ___________.

27. Numărul alveolelor la un adult este de aproximativ ___________.

28. Plămânul stâng este împărțit în doi lobi, în timp ce plămânul drept este împărțit în ___________.

29. Membrana dublu stratificată ce înconjoară fiecare plămân este ___________.

30. Stratul extern al pleurei, ce căptușește suprafața interioară a cavității toracice, este ___________.

31. Principiul ce stă la baza respirației este acela că aerul trece din regiunea cu presiune înaltă în regiunea cu ___________.

32. Modificările de presiune din plămâni sunt influențate de activitatea mușchilor scheletici ce poartă denumirea de ___________.

33. În timpul inspirației, coastele sunt ridicate în sus și în afară de o serie de mușchi cunoscuți sub numele de ___________.

34. În timpul inspirației, contracțiile provoacă o mișcare descendentă a unui mușchi sub formă de cupolă denumit ___________.

35. Relaxarea mușchilor respiratori comprimă toracele și crește presiunea aerului din ___________.

36. În timp ce inspirația este un proces activ, expirația este un/o ___________.

37. În timpul respirației normale, în condiții de repaus, cantitatea de aer care intră și iese din plămâni reprezintă ___________.

38. Volumul de aer expirat forțat după o inspirație forțată reprezintă ___________.

39. Respirația este controlată de o porțiune a creierului numită centru de control respirator, ce include o parte a bulbului rahidian și ___________.

40. Centrii respiratori din creier sunt influențați indirect de către concentrația sanguină de ___________.

41. Frecvența respirației este controlată de o zonă a creierului cunoscută sub numele de ___________.

42. Centrul respirator este activat de către nivelul de _________ din lichidul cefalo-rahidian.

43. În timp ce contracția mușchilor scheletici este de regulă voluntară, controlul respirației este de obicei ___________.

44. Cea mai mare parte a oxigenului este transportată în corp în asociere cu ___________.

45. Aproximativ 70-75% din dioxidul de carbon este transportat în sânge sub formă de ___________.

46. Aproximativ 25-30% din dioxidul de carbon este transportat în corp ca și ___________.

47. Forța motrice a schimbului gazos din alveole este procesul de ___________.

48. În timp ce transportul activ este un proces activ pentru deplasarea moleculelor, difuziunea este un ___________.

49. În timpul schimbului de gaze din plămâni, moleculele de oxigen se deplasează spre ___________.

50. În timpul schimbului de gaze din plămâni, moleculele de dioxid de carbon se deplasează înspre ___________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Cavitățile nazale și cavitatea bucală se întâlnesc într-o porțiune a corpului numită
   A. cornete nazale
   B. sinusuri
   C. faringe
   D. trahee

2. Următoarele afirmații despre sinusuri sunt adevărate, *cu excepția*
   A. sunt prelungiri osoase ale cavității nazale
   B. se găsesc în osul frontal, maxilar, osul vomer și în oasele parietale
   C. mucoasa se continuă cu mucoasa cavității nazale
   D. sunt cavități pe unde circulă aerul

3. Pe peretele superior al cavităților nazale există receptori pentru simțul
   A. auzului
   B. mirosului
   C. echilibrului
   D. atingerii și pipăitului

4. Următoarele sunt funcții ale nasului, *cu excepția*
   A. umidifică aerul
   B. servește drept locație pentru încălzirea aerului
   C. este locul unde se filtrează aerul
   D. este locul unde are loc schimbul de gaze

5. Mucusul secretat de mucoasa nazală
   A. reține microorganisme
   B. usucă aerul
   C. furnizează nutrienți celulelor nazale
   D. conține enzime digestive

6. Materii precum granule de polen, acarieni și pene constituie cauza
   A. pneumoniei
   B. amigdalitei
   C. rinitei alergice
   D. emfizemului

7. Calea respiratorie și cea digestivă se întâlnesc la nivelul
   A. laringelui
   B. esofagului
   C. orofaringelui
   D. nărilor

8. Funcția trompei lui Eustache este de a
   A. transporta substanțe nutritive la nivelul urechii mijlocii
   B. furniza enzime digestive pentru carbohidrați
   C. furniza hormoni la nivelul gurii
   D. egaliza presiunea de aer dintre faringe și urechea mijlocie

9. Funcția amigdalei este de a
   A. produce hormoni importanți pentru organism
   B. sintetiza globulele roșii ale organismului
   C. induce imunitate la agenții infecțioși din aer
   D. sintetiza celulele de coagulare a sângelui

10. Cele două canale la capătul distal al faringelui sunt
    A. trompa lui Eustache și nara
    B. laringele și esofagul
    C. vena cavă și aorta
    D. intestinul subțire și gros

11. Funcția structurilor cartilaginoase din trahee este de a
    A. menține deschisă traheea
    B. furniza calciu în fluxul sanguin
    C. reține microorganisme străine în tractul respirator
    D. schimba impulsuri nervoase la nivelul tractului respirator

12. Epiglota are funcția de a
    A. susține traheea
    B. nu permite trecerea alimentelor sau a lichidelor în tractul respirator
    C. servi drept loc pentru mișcarea corzilor vocale
    D. crește tonalitatea vocii la femei și copii

13. Traheea este susținută și menținută deschisă de inele de
    A. mușchi scheletic
    B. os
    C. țesut epitelial
    D. cartilaj

14. Ramificațiile care pornesc din trahee și conduc la plămâni sunt
    A. canalele alveolare
    B. bronhiile
    C. bronhiolele terminale
    D. conductele alveolare

15. Spasmul mușchilor netezi de la nivelul arborelui bronșic poate fi declanșat de alergeni și poate induce
    A. astm
    B. febra fânului
    C. contracția mușchiului scheletal
    D. contracții ale inelelor cartilaginoase

16. Care din următoarele afirmații se referă la plămânul drept?
    A. este împărțit în doi lobi
    B. sângele ajunge la el prin vena pulmonară
    C. este împărțit în trei lobi
    D. are inervație proprie

17. Membrana dublu stratificată cunoscută sub numele de pleură
    A. se găsește în trahee
    B. separă plămânii între ei
    C. înconjoară fiecare plămân
    D. definește limita alveolară

18. Cavitatea pleurală se situează
    A. între pleura viscerală și cea parietală
    B. între cavitățile toracică și abdominală
    C. între cavitățile dorsală și ventrală
    D. în jurul inimii

19. Contracția mușchilor respiratori determină
    A. scăderea volumului toracelui
    B. mărirea volumului toracelui
    C. creșterea volumului de sânge din plămâni
    D. scăderea volumului de sânge din plămâni

20. În timpul inspirului, modificările de presiune din plămâni se datorează următoarelor caracteristici, *cu excepția*
    A. compartimentului toracic închis ce cuprinde plămânii
    B. elasticității plămânilor
    C. fixării ferme a foițelor pleurale
    D. impulsurilor nervoase care ajung la plămâni din creier

21. Există un control voluntar al
    A. fluxului de sânge spre plămâni dar nu din plămâni
    B. impulsurilor nervoase la plămâni
    C. inspirației
    D. contracției plămânilor

22. Printr-o inspirație normală se introduc în plămâni aproximativ
    A. 2500 ml de aer
    B. aproximativ 10000 ml de aer
    C. aproximativ 500 ml de aer
    D. aproximativ 10 ml de aer

23. Capacitatea vitală este
    A. volumul de aer rămas în plămâni după o expirație forțată
    B. cel mai mare volum de aer care poate fi eliminat din plămâni
    C. cantitatea de aer ce rămâne în plămâni după expirație
    D. cantitatea de aer ce intră în plămâni în timpul unei inspirații normale

24. Următoarele formațiuni dețin control asupra respirației, *cu excepția*
    A. receptorii chimici din arterele carotide
    B. centrul respirator de control din trunchiul cerebral
    C. nivelul de ioni de hidrogen din lichidul cefalorahidian
    D. cantitatea de sânge ce intră în plămâni

25. Dioxidul de carbon poate fi transportat în fluxul sanguin în următoarele moduri, *cu excepția*
    A. legat de moleculele de hemoglobină
    B. sub formă de gaz dizolvat în plasmă
    C. sub formă de ioni de bicarbonat
    D. legat de moleculele de hormoni din sânge

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Alveolele sunt formate din membrane elastice fine acoperite de o rețea capilară a circulației sistemice.
2. Calea normală prin care aerul pătrunde în sistemul respirator este gura.
3. În cavitățile nazale se deschid sinusuri, care se extind la mai multe oase ale craniului.
4. Aerul este umidificat, încălzit și filtrat în timp ce trece prin cavitatea bucală.
5. Afecțiunea cunoscută sub numele de rinită alergică poartă adeseori denumirea de astm.
6. Trompele lui Eustache sunt folosite pentru a egaliza presiunea aerului între nazofaringe și urechea medie.
7. La capătul distal, faringele se ramifică în două tuburi numite esofag și laringe.
8. Cel mai mare cartilaj al laringelui este cartilajul cricoid, cunoscut si sub numele de „mărul lui Adam".
9. Corzile vocale, cu rol în producerea sunetelor, sunt localizate în trahee.
10. Traheea este menținută deschisă de o serie de inele osoase în forma literei „C", așezate unul peste celălalt.
11. Bronhiolele sunt alcătuite din mușchi scheletici susținuți de țesut conjunctiv.
12. Membrana dublu stratificată ce înconjoară fiecare plămân este cunoscută sub denumirea de peritoneu.
13. Bronhia care este puțin mai mare și mai verticală este bronhia stângă.
14. Expansiunea plămânilor se datorează în parte contracțiilor diafragmei.
15. Expansiunea plămânilor crește volumul acestora și crește presiunea aerului din interiorul acestora.
16. În timpul expirației mușchii respiratori se contractă, iar toracele revine la forma sa inițială.
17. Volumul curent al plămânilor în timpul unei respirații normale este de aproximativ 500 de mililitri de aer.
18. Capacitatea vitală este cel mai mare volum de aer ce poate fi expirat din plămâni, după o expirație forțată.
19. Centrul respirator de control al plămânilor este situat într-o porțiune a inimii.
20. Creșterea dioxidului de carbon în sânge provoacă o scădere corespunzătoare a concentrației ionilor de hidrogen.
21. Impulsurile nervoase din cerebel pot anula activitatea centrului respirator în reglarea respirației.
22. Cea mai mică cantitate de dioxid de carbon este transportată în sânge sub formă de ioni de bicarbonat.

23. Procesul pasiv cunoscut sub numele de osmoză este responsabil de mișcarea oxigenului și a dioxidului de carbon prin membranele capilarelor înspre alveole și invers.
24. Pentru a putea fi transportate la celulele corpului, moleculele de oxigen se leagă de moleculele de hemoglobină din globulele roșii.
25. Pe măsură ce părăsesc regiunea alveolelor, capilarele se unesc și formează venulele pulmonare.

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

O leziune la nivelul gâtului a afectat fibrele nervului frenic drept al lui Pedro. Acest lucru a provocat paralizia diafragmului drept, dar nu și a celui stâng. Pe o radiografie făcută în inspir se observă coborârea diafragmului stâng și ridicarea diafragmului drept. Explicați modul în care acest lucru este posibil.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 17.10

1. r
2. f
3. o
4. k
5. h
6. l
7. n
8. i
9. g
10. a
11. c
12. d
13. q
14. s
15. p
16. e
17. b
18. j
19. m

SECȚIUNEA B – Completare

1. sistemul circulator
2. alveole
3. alveole
4. artera pulmonară
5. faringe
6. narine externe
7. cornete nazale
8. sinusuri
9. regiunea olfactivă
10. încălzirea aerului
11. rinite alergice
12. gâtlej
13. orofaringe
14. trompele lui Eustache
15. amigdala faringiană
16. cartilajul tiroid
17. cartilajul cricoid
18. glotă
19. plămâni
20. tonalitate
21. cartilaginoase
22. bronhiile
23. bronhiole
24. netezi
25. bronșită
26. cavității toracice
27. 300 de milioane
28. 3 lobi

29. pleura
30. pleura parietală
31. presiune joasă
32. mușchi respiratori
33. mușchi intercostali externi
34. diafragm
35. plămâni
36. proces pasiv
37. volumul curent
38. capacitate vitală
39. puntea
40. dioxid de carbon
41. zona pneumotaxică
42. ioni de hidrogen
43. involuntar
44. moleculele de hemoglobină
45. ioni de bicarbonat/ bicarbonat de sodiu
46. molecule de carbaminohemoglobină
47. difuziune
48. proces pasiv
49. sânge
50. sacul alveolar

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C	6. C	11. A	16. C	21. C
2. B	7. C	12. B	17. C	22. C
3. B	8. D	13. D	18. A	23. B
4. D	9. C	14. B	19. B	24. D
5. A	10. B	15. A	20. D	25. D

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. pulmonare
2. nasul
3. A
4. nas
5. febra fânului
6. urechea medie
7. A
8. cartilajul tiroid
9. laringe
10. cartilaginoase
11. netezi
12. pleură
13. dreaptă
14. A
15. scade
16. relaxează
17. A
18. A
19. creierului
20. creștere
21. cortexul cerebral
22. mare
23. difuziune
24. A
25. A

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Atunci când nervul frenic stâng stimulează diafragmul stâng, volumul cavității toracice crește. Diafragmul drept, flasc, paralizat, este ascensionat din cauza presiunii negative din cavitatea toracică.

18



Sistemul digestiv

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă în mod succint anatomia și fiziologia sistemului digestiv. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- faceţi diferenţa între tunicile tractului gastrointestinal;
- prezentați pe scurt anatomia cavității bucale, a buzelor, a obrajilor, a palatului, limbii, a glandelor salivare, a dinților, a faringelui și a esofagului;
- faceţi diferenţa între tipurile şi părţile componente ale dinţilor şi ale țesutului conjunctiv asociat acestora;
- identificaţi sfincterele tractului gastrointestinal;
- identificaţi zonele, structurile şi celulele stomacului; să corelaţi celulele stomacului cu substanțele pe care le produc și funcțiile acestora;
- descrieţi celulele, structurile şi funcţiile intestinului subţire;
- sintetizați procesele de digestie și absorbție realizate în intestinul subțire;
- descrieţi structura şi funcţiile intestinului gros;
- identificaţi caracteristicile pancreasului şi ale ficatului, în special cele asociate cu bila şi drenajul secreţiilor pancreatice şi biliare in intestinul subtire;
- descrieţi bila şi funcţiile elementelor sale componente;
- rezumaţi caracteristicile sucului pancreatic;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sistemul digestiv are două funcții importante: descompunerea moleculelor mari de alimente în molecule mici și absorbția moleculelor mici, a mineralelor și a apei în organism. Sistemul digestiv este format din tractul gastrointestinal și o serie de organe anexe. Organele tractului gastrointestinal sunt: cavitatea bucală, esofagul, stomacul, intestinul subțire și cel gros. Organele anexe cuprind glandele salivare, ficatul și pancreasul (Figura 18.1).

Tractul gastrointestinal este o structura tubulară, musculară, de aproximativ 9 m lungime. Pereții acestuia sunt alcătuiți din patru straturi distincte. Tunica cea mai profundă este denumită membrana mucoasă sau **mucoasa**. Aceasta este compusă dintr-un epiteliu ce acoperă un țesut conjunctiv, care conține mici cantități de mușchi neted. Mucoasa conține glande ale sistemului gastrointestinal. Aceste glande secretă enzime necesare digestiei moleculelor alimentare și mucus pentru a proteja țesuturile tractului gastrointestinal.

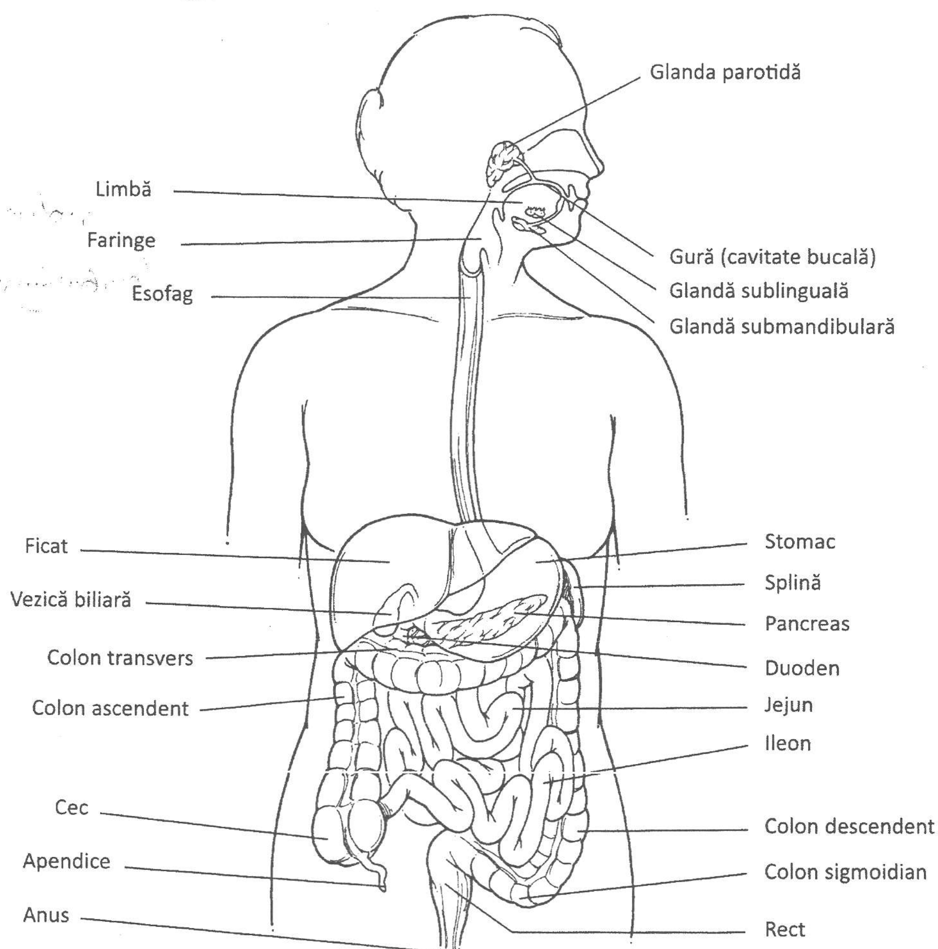


FIGURA 18.1 Organele și structura sistemului digestiv în relație cu alte structuri ale corpului uman – vedere anterioară.

Tunica următoare a tractului gastrointestinal este **submucoasa**. Aceasta conține vase de sânge, vase limfatice și nervi. Tunica următoare este alcătuită din două straturi de **mușchi neted**. Stratul intern, format din **mușchi netezi dispuși circular**, înconjoară trac-

tul gastrointestinal şi prin contracţie, micşorează diametrul acestuia. Stratul extern, de **muşchi netezi dispuşi longitudinal**, este dispus de-a lungul tractului gastrointestinal. Contracţia acestor muşchi scurtează lungimea tubului digestiv. Stomacul are un al treilea strat de muşchi netezi, cu dispoziţie oblică, care se află între submucoasă şi stratul circular. Tunica externă a tractului gastrointestinal este numită stratul seros sau **seroasa**. Acest strat este format din peritoneul visceral. Peritoneul visceral se continuă cu peritoneul parietal, care căptuşeşte cavitatea abdominală. Celulele peritoneului visceral (seroasa) secretă un lichid care umectează suprafaţa externă a organelor şi permite alunecarea liberă a acestora. Spaţiul dintre peritoneul visceral şi cel parietal se numeşte cavitate peritoneală.

TRACTUL GASTROINTESTINAL

Tractul gastrointestinal este componenta principală a sistemului digestiv. Acesta se extinde de la cavitatea bucală la anus.

CAVITATEA BUCALĂ

Cavitatea bucală este segmentul tractului gastrointestinal care asigură ingestia şi digestia mecanică a alimentelor, reducându-le masa şi amestecându-le cu salivă (Tabelul 18.1). **Cavitatea bucală** este înconjurată de buze, obraji, limbă, precum şi de palatul moale şi palatul dur. Funcţiile sale sunt ingestia alimentelor, digestia mecanică şi lubrifierea acestora.

Limba este conectată de planşeul bucal printr-un pliu de ţesut numit **frâul limbii**. Limba este compusă dintr-un muşchi striat acoperit de o membrană mucoasă. Pe părţile laterale ale limbii, cuprinşi în papilele gustative, se găsesc **mugurii gustativi** (Capitolul 13). Funcţia limbii este de a transforma alimentele în boluri alimentare, cu ajutorul salivei. Digestia mecanică a alimentelor este produsă în mare parte de către dinţi (Figura 18.2). **Dinţii** sunt de două tipuri. Dinţii **deciduali/temporari**, în număr de 20, sunt cunoscuţi şi sub denumirea de „dinţii de lapte". Aceştia se pierd de obicei până la vârsta de şase ani şi sunt înlocuiţi de dinţii **permanenţi**, în număr de 32.

Există patru tipuri de dinţi: **incisivii**, folosiţi pentru tăierea alimentelor de dimensiuni mari, **caninii**, care au formă conică (de colţi) şi se folosesc la apucarea şi sfâşierea alimentelor, **premolarii** care sunt plaţi şi servesc la mărunţire/măcinare, **molarii**, care de asemenea sunt dinţi plaţi folosiţi pentru mărunţire

Structura de bază a dintelui include **coroana**, acoperită de smalţ, **rădăcina**, acoperită de cement, şi **gâtul** (coletul) dintelui, care leagă coroana de rădăcină dintelui. Cele două componente principale ale dintelui sunt smalţul şi dentina. **Smalţul** este cea mai dură substanţă din organism şi se găseşte la suprafaţa exterioară a dintelui. Este alcătuit în principal din săruri de calciu, săruri care constituie componenta majoră a unei substanţe minerale numită hidroxiapatita. A doua componentă, **dentina**, este mai moale decât smalţul şi formează cea mai mare parte a dintelui. Aceasta este situată sub smalţ şi înconjoară pulpa dentară. **Pulpa** dentară conţine vasele de sânge, nervii şi ţesuturile conjunctive ale dintelui.

DE REŢINUT
Incisivii taie alimentele.
Caninii sfâşie alimentele.
Premolarii şi molarii mărunţesc alimentele.

TABELUL 18.1 ORGANELE DIGESTIVE ȘI FUNCȚIILE ACESTORA

Organ	Funcții principale
Cavitatea bucală	Amestecă alimentele cu secrețile salivare; are funcție gustativă și de masticație
Glandele salivare	Lubrifiază alimentele; produc enzime care inițiază procesul de digestie
Faringele	Segment comun cu sistemul respirator, conduce spre esofag
Esofagul	Transportă alimentele în stomac
Stomacul	Secretă acid clorhidric și enzime digestive cu rol în descompunerea proteinelor
Intestinul subțire	Secretă enzime și alți factori necesari digestiei; rol în absorbția nutrienților
Ficatul	Secretă bila (necesară digestiei lipidelor); sintetizează proteinele din sânge; depozitează lipide și glucide
Vezicula biliară	Depozitează bila și o eliberează în intestinul subțire
Pancreasul	Secretă enzime digestive și lichide alcaline (tampon), și le eliberează în intestinul subțire; secretă hormoni
Intestinul gros	Absoarbe apa din alimentele nedigerate; depozitează reziduuri
Anusul	Se deschide la exterior, elimină materiile fecale

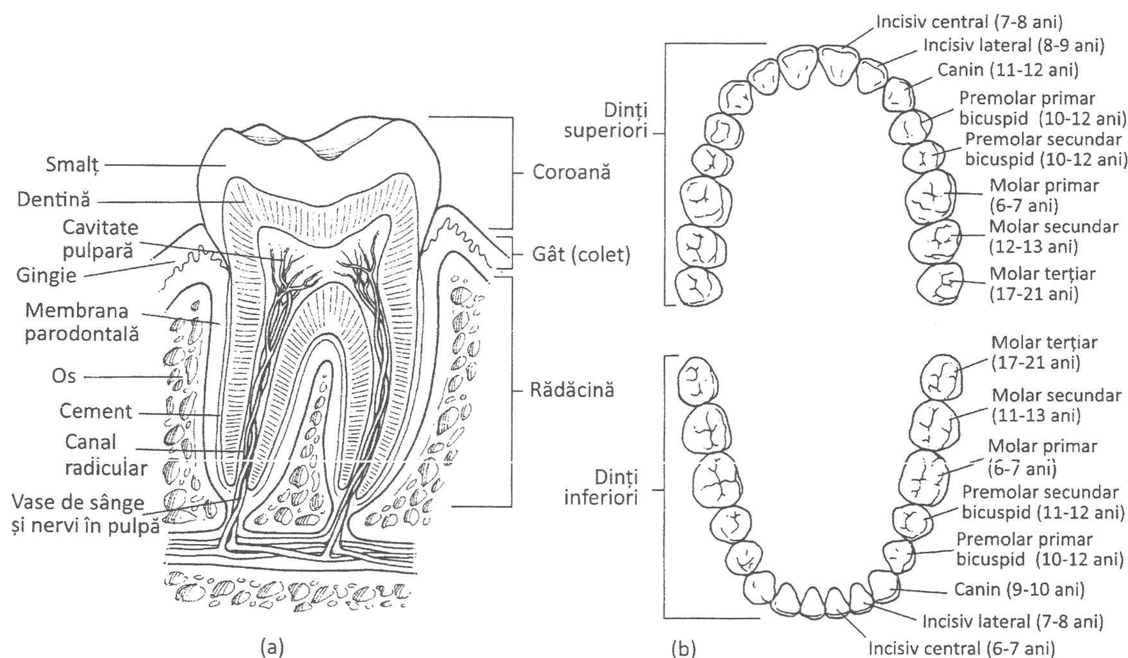


FIGURA 18.2 Dinții la om. (a) Structura unui dinte cu cele trei regiuni principale și structurile componente ale fiecărei regiuni. (b) Dinții permanenți ai adultului și perioada de erupție a fiecărui dinte în parte.

Există trei categorii de **glande salivare mari** care secretă salivă în cavitatea bucală. Aceste glande sunt considerate organe anexe ale sistemului digestiv. Prima glandă sali-

vară este **glanda parotidă** (Figura 18.3). Această glandă pereche este situată dedesubtul urechilor, în țesuturile profunde din regiunea feței. Reprezintă cea mai mare glandă salivară și este drenată de către **ductul parotidian** spre partea internă a obrazului.

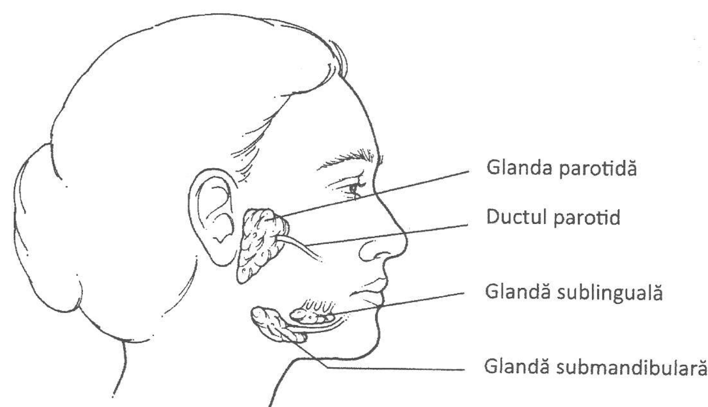


FIGURA 18.3 Poziția celor trei glande salivare și a ductelor acestora. Glanda submandibulară este denumită de asemenea și glanda submaxilară.

A doua glandă salivară este glanda **submandibulară** sau **submaxilară**, situată în planșeul bucal, în apropierea suprafeței interne a mandibulei. Este de asemenea o glandă pereche și este drenată de către **ductul submandibular** în cavitatea bucală, deasupra planșeului bucal. A treia glandă salivară este **glanda sublinguală**. Similar cu celelalte două glande salivare, este o glandă pereche și este situată tot în planșeul bucal, sub limbă, în fața glandelor submandibulare. Secrețiile produse de glandele sublinguale sunt transportate în cavitatea bucală, la nivelul planșeului bucal printr-o serie de ducte, numite **ducte sublinguale** (Tabel 18.2).

TABELUL 18.2 CARACTERISTICILE GLANDELOR SALIVARE

Denumirea glandei	Localizare	Deschiderea ductului
Parotidă	Dedesubtul urechii	Pe partea internă a obrajilor, opus celui de-al doilea molar superior; ductul parotidian
Submandibulară (Submaxilară)	În planșeul bucal, în apropierea suprafeței interne a mandibulei	Pe planșeul bucal, lateral de frâul limbii; ductul submandibular
Sublinguală	Sub limbă, în fața glandelor submandibulare	Mai multe ducte sublinguale se deschid la nivelul planșeului bucal, sub limbă

Secreția glandelor salivare, saliva, facilitează lubrifierea și legarea particulelor alimentare, și începe descompunerea moleculelor de glucide. Celulele seroase ale glandelor salivare produc o enzimă cunoscută sub numele de **amilază**. Amilaza digeră chimic moleculele de amidon și glicogen în două unități monozaharidice denumite dizaharide. Dizaharidul produs prin descompunerea amidonului și glicogenului se numește **maltoză**. Deoarece alimentele rămân în cavitatea bucală pentru o perioadă scurtă de timp,

numai o cantitate mică de amidon este digerat aici; cea mai mare parte este digerată în intestinul subțire. Celulele mucoase ale glandelor salivare produc mucus. Mucusul este un lichid gros, vâscos, care leagă particulele alimentare și lubrifiază tractul gastrointestinal.

Palatul este structura care formează bolta cavității bucale. Acesta este alcătuit dintr-o parte anterioară, dură (**palatul dur**) și o parte posterioară, moale (**palatul moale**). O proiecție în formă de con, numită **uvulă**, se extinde în jos de la palatul moale.

Amigdalele sunt aglomerări de țesut limfatic localizate în mucoasa faringiană. Există două tipuri de amigdale: **amigdalele palatine** și **amigdalele faringiene** (vegetații adenoide). Amigdalele palatine și cele faringiene sunt localizate în pereții faringelui. Amigdalele fac parte din sistemul limfatic și sunt alcătuite din structuri limfatice (Capitolul 16). Ele au rol în apărarea organismului.

ESOFAGUL

Esofagul este o structură tubulară dreaptă, pliabilă, musculară care leagă faringele de stomac. Măsoară aproximativ 25 cm lungime și traversează diafragmul către stomac. Esofagul este primul segment în care pot fi observate cele patru straturi ale peretelui tractului gastrointestinal. În treimea superioară a esofagului, tunica musculară este alcătuită din fibre musculare striate. În treimea inferioară, tunica musculară devine alcătuită exclusiv din fibre musculare netede.

Pentru ca alimentele să treacă din cavitatea bucală în stomac, acestea trebuie înghițite. Procesul de înghițire este denumit **deglutiție** (Figura 18.4). Acesta este un proces care necesită activitățile coordonate ale limbii, palatului moale, faringelui și esofagului. Prima etapă se produce în cavitatea bucală și este sub control voluntar. Alimentele sunt mestecate și îmbibate cu salivă, pentru a forma **bolul alimentar**, care este împins către faringe cu ajutorul limbii, moment în care începe etapa involuntară a deglutiției.

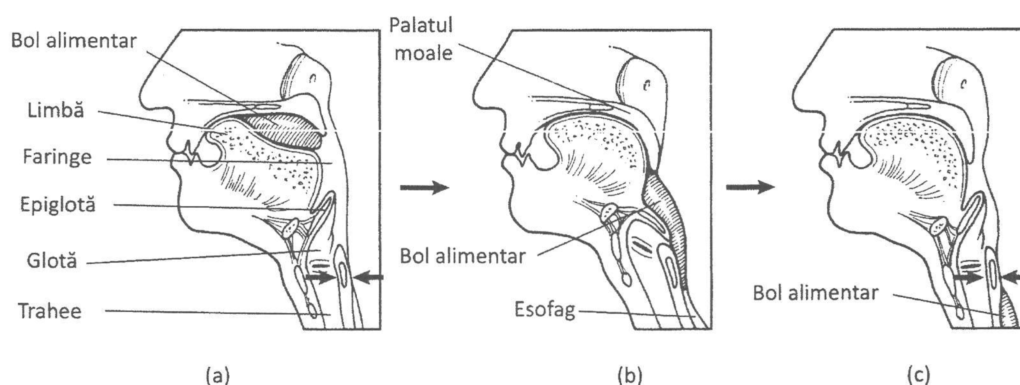


FIGURA 18.4 Deglutiția și peristaltismul. (a) În procesul de înghițire, limba se ridică și comprimă bolul alimentar de palatul dur, împingându-l înspre faringe. (b) Bolul alimentar trece de epiglotă, care acoperă laringele, și pătrunde în esofag. (c) Mușchii esofagului se contractă (săgeți), împingând bolul alimentar spre stomac.

În etapa involuntară a deglutiției, mușchii faringieni se contractă și împing bolul alimentar în esofag. Nervii sistemului nervos autonom controlează această etapă prin contracţii musculare, declanşând un proces denumit **peristaltism**. Peristaltismul constă în formarea unor unde de contracție ale stratului muscular neted al esofagului. În prima fază se contractă mușchii longitudinali, apoi cei circulari. Aceste contracţii musculare împing bolul alimentar până ce acesta ajunge la un mușchi circular, situat la extremitatea superioară a stomacului, numit **sfincterului esofagian inferior** sau **sfincterul cardial**.

DE REȚINUT
Peristaltismul reprezintă contracția mușchilor netezi necesară progresiei alimentelor de-a lungul tractului gastrointestinal, precum și mixării acestora cu conținutul tractului digestiv.

STOMACUL

Stomacul se întinde de la nivelul sfincterului esofagian inferior până la muşchiului circular situat la capătul său distal, denumit și **sfincter piloric** (Figura 18.5). Stomacul este un organ de forma literei J, situat în porțiunea superioară stângă a abdomenului. Părțile sale principale sunt **cardia** (situată în apropierea cordului), **fundul** (**fornixul**), **corpul stomacului** (sau partea principală) și **antrul piloric** (o porțiune distală, îngustă). Pe suprafața internă stomacul prezintă pliuri numite **rugae**, care sunt evidente atunci când stomacul este gol și micșorat. Când stomacul este destins, pliurile dispar.

Suprafața laterală convexă a stomacului este denumită **marea curbură**. Suprafața medială, concavă, se numește **mica curbură**. Un strat dublu de peritoneu, **micul epiplon**, se extinde de la ficat la mica curbură. O altă prelungire a peritoneului este **marele epiplon**, care se extinde mai jos de stomac, deasupra organelor abdominale. Stomacul este un organ cu rol de stocare a alimentelor și locul în care se produce descompunerea chimică a anumitor molecule. Stomacul prezintă trei straturi musculare netede: alături de stratul circular şi longitudinal, există un al treilea strat, **oblic**. Straturile musculare mixează și desfac bolul alimentar transformându-l într-un amestec cu consistența unei supe, numit **chim**. Mucoasa stomacului se invaginează și formează cripte profunde, în care se varsă secrețiile glandelor gastrice. Glandele gastrice secretă sucul gastric, care conține o multitudine de substanțe.

Celulele parietale secretă o componentă a sucului gastric, și anume **acidul clorhidric**, care este necesar pentru activarea enzimelor proteolitice. Celulele parietale produc, de asemenea, **factor intrinsec**, necesar pentru absorbția vitaminei B_{12} în intestinul subțire. O altă componentă a sucului gastric este **mucusul**, un produs al celulelor mucoase. Mucusul protejează peretele stomacului de autodigestie. De asemenea, în sucul gastric se găsesc enzime proteolitice, secretate de **celulele principale** ale glandelor gastrice.

Cea mai importantă enzimă proteolitică din stomac este **pepsina** (Tabelul 18.3). Pepsina nu este secretată de celulele principale în forma sa activă. Este secretat mai întâi precursorul acesteia, **pepsinogenul**, care, în prezența acidului clorhidric este convertit în pepsină. Pepsina descompune proteinele mari în proteine mai mici denumite **peptide**. O altă enzimă proteolitică digestivă este **labfermentul**, produs în stomacul sugarilor, dar nu și în cel al adulților; el facilitează digestia laptelui.

DE REȚINUT
Celulele parietale din stomac produc factor intrinsec și HCl, celulele mucoase produc mucus și celulele principale produc pepsinogen.

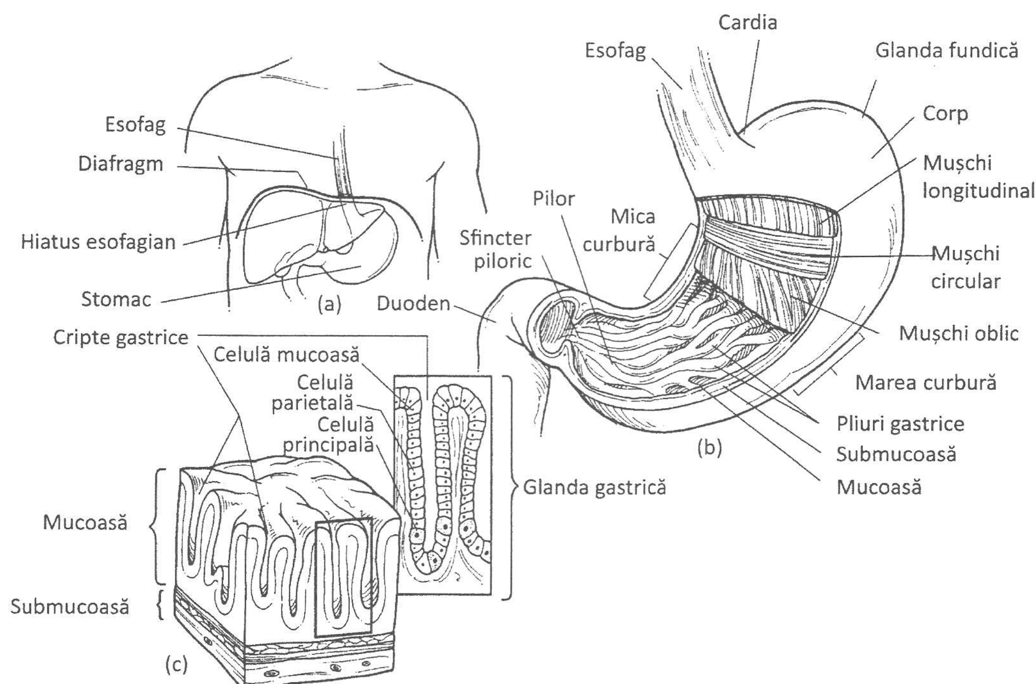


FIGURA 18.5 Detalii structurale ale stomacului la om. (a) Stomacul este situat în cavitatea abdominală superioară, în regiunea epigastrică. (b) Principalele regiuni anatomice și straturi musculare ale stomacului. Observați pliurile de pe suprafața internă (rugae), care se întind (dispar), atunci când stomacul este plin. (c) O imagine mărită a structurii peretelui gastric, unde se pot observa diferitele celule ale peretelui gastric.

TABEL 18.3 CARACTERISTICILE UNOR COMPONENTE ALE SUCULUI GASTRIC

Componenta	Sursa	Funcția
Pepsinogen	Celulele principale ale glandelor gastrice	Se transformă în pepsină
Pepsină	Formată din pepsinogen în prezența acidului clorhidric	Enzimă proteolitică digestivă, capabilă să descompună aproape toate tipurile de proteine în peptide
Acid clorhidric	Celulele parietale ale glandelor gastrice	Conferă mediul acid necesar pentru transformarea pepsinogenului în pepsină
Mucus	Celule caliciforme și glandele mucoase	Strat vâscos, alcalin, ce protejează peretele stomacului
Factor instrinsec	Celulele parietale ale glandelor gastrice	Necesar pentru absorbția vitaminei B_{12}

Secreția de suc gastric este controlată de către fibrele nervoase ale sistemul nervos parasimpatic. De asemenea, celulele din mucoasa stomacului secretă un hormon numit **gastrină**. Gastrina controlează secreția de pepsinogen, precum și cea de acid clorhidric și mucus. Celulele care produc gastrina sunt denumite celule enteroendocrine.

Mucoasa stomacului are și o redusă funcție de absorbție. Substanțele care se pot absorbi sunt: cantități mici de apă, glucoză, ioni și alcool. Restul alimentelor sunt pregătite

pentru procesele digestive ulterioare, prin transformarea lor în chim gastric. Contracțiile peristaltice evacuează chimul prin sfincterul piloric în intestinul subțire, unde are loc cea mai mare parte a digestiei.

DUODENUL

Intestinul subțire se întinde de la sfincterul piloric până la un mușchi circular denumit sfincterul ileocecal. Intestinul subțire prezintă trei porțiuni: **duodenul**, care măsoară aproximativ 25 cm lungime; **jejunul**, de aproximativ 2,5 m și **ileonul**, de aproximativ 3,5-4 m lungime.

Duodenul reprezintă prima porțiune a intestinului subțire în care este evacuat chimul gastric din stomac, prin sfincterul piloric. Enzimele pătrund în lumenul duodenului prin ductele glandelor din mucoasa duodenală; aceste glande apar ca niște adâncituri (cripte) în mucoasă și se numesc **glande intestinale** sau criptele Lieberkühn. În plus, și pancreasul își varsă enzimele în duoden, prin **ductul pancreatic**, care se varsă în duoden prin ampula hepatopancreatică. Bila produsă de ficat ajunge în duoden prin **ductul hepatic comun** și apoi prin ampula hepatopancreatică. Submucoasa duodenului conține aglomerări de țesut limfoid cu dispoziție nodulară, similar **plăcilor Peyer** din ileon. De asemenea, submucoasa conține și un număr de glande mucoase denumite **glande duodenale (glandele lui Brunner)**. Mucusul alcalin produs de aceste glande contribuie la neutralizarea acidității chimului gastric.

În lumenul duodenului pătrund o mare varietate de enzime necesare descompunerii diverselor substanțe organice din alimente. De exemplu, sucul pancreatic conține **tripsina** și alte **proteaze**, care degradează proteinele și peptidele în dipeptide (Figura 18.6). De asemenea, în sucul pancreatic se găsește **amilaza pancreatică**, ce transformă amidonul într-un dizaharid numit maltoză. Lipidele (grăsimile), în prealabil emulsionate de sărurile biliare secretate de ficat, sunt descompuse de către **lipaza pancreatică**.

Celulele intestinului subțire produc și ele enzime digestive. **Peptidazele**, dipeptidazele și aminopeptidazele realizează digestia proteinelor, rezultând aminoacizi liberi. Celulele intestinului subțire produc, de asemenea dizaharidaze: **lactaza**, **zaharaza** și **maltaza**, care descompun lactoza, zaharoza și maltoza în monozaharidele lor componente. Ele secretă și nucleaze pentru descompunerea ARN-ului și ADN-ului din alimente.

Sucul pancreatic conține **ioni de bicarbonat**, care cresc pH-ul sucului intestinal și neutralizează aciditatea chimului gastric. Acest lucru este important, deoarece enzimele digestive, cu excepția pepsinei, funcționează numai într-un mediu cu pH neutru.

O altă componentă importantă a procesului de digestie este **bila**, care este produsă de ficat și este stocată în vezicula biliară. Bila este transportată prin ductul biliar comun în ampula hepatopancreatică, în care se deschide și ductul pancreatic, de unde ajunge în duoden. Bila nu conține enzime. Ea conține bicarbonat pentru neutralizarea acidității gastrice. Conține, de asemenea, și săruri biliare, care descompun globulele mari de lipide în globule mici, care pot fi apoi ușor digerate de lipaze (Tabel 18.4). Acest proces este denumit **emulsionare**. Bila crește absorbția lipidelor, precum și absorbția vitaminelor liposolubile, ca de exemplu A, D și K.

În procesul digestiei, bila emulsionează lipidele în picături mici cunoscute sub numele de **micelii**. Miceliile sunt formele sub care sunt transportați acizii grași și mono-

gliceridele. În timpul absorbției, miceliile vin în contact cu membranele celulelor care tapetează vilozitățile intestinale și își eliberează conținutul în celule. Produșii rezultați din digestia lipidelor trec mai apoi în chiliferul central (vas limfatic din centrul vilozității intestinale) sub formă de trigliceride, conținute în picături microscopice de lipide denumite **chilomicroni**.

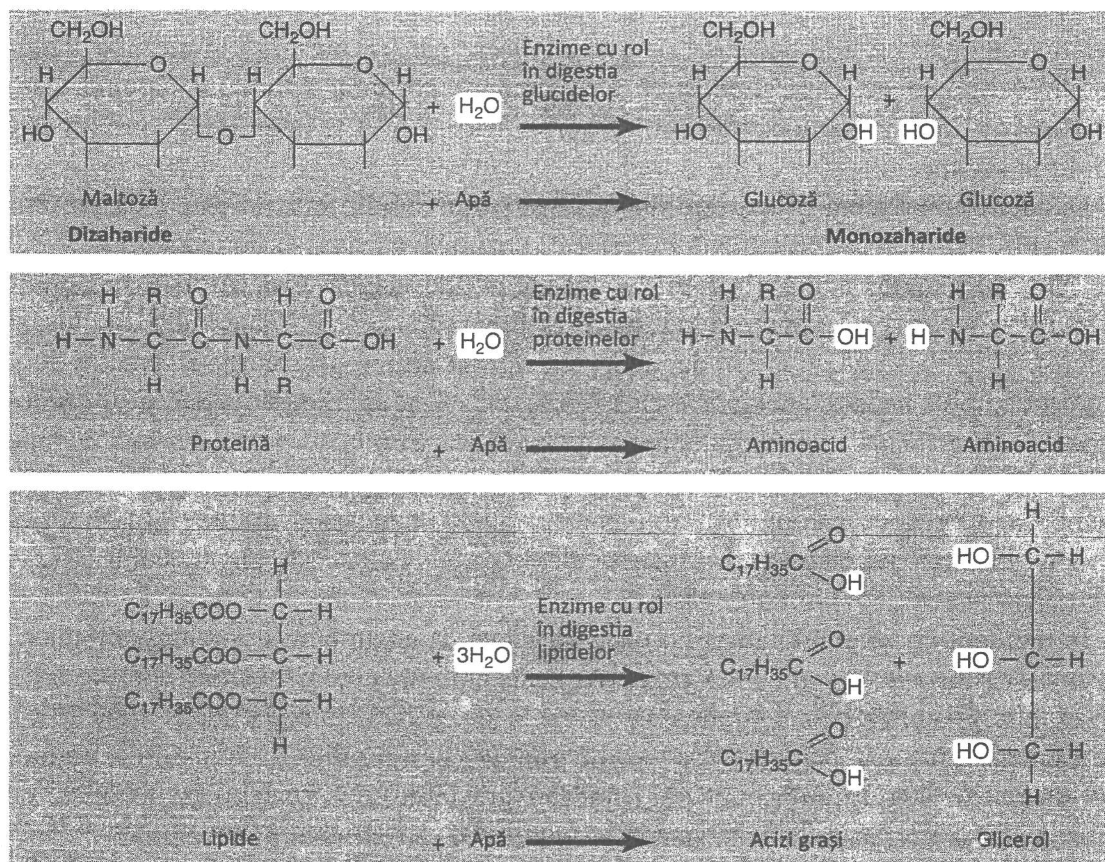


FIGURA 18.6 Digestia chimică a celor trei categorii de nutrienți (glucide, proteine, și lipide) în duoden. Pentru toate aceste tipuri de digestie este necesară prezența apei, iar produsul de digestie conține o parte a moleculei de apă.

Eliberarea sucului pancreatic este controlată nervos, prin ramurile unui nerv cranian, precum și hormonal, prin hormonii produși de celulele intestinului subțire. Doi dintre acești hormoni sunt **secretina** și **colecistochinina**. Acțiunea ambilor hormoni este esențială în procesul de digestie, ei controlând eliberarea produșilor din pancreas, ficat și vezicula biliară. De exemplu, eliberarea bilei în duoden este controlată de colecistochinină.

JEJUNUL ȘI ILEONUL

Digestia continuă în jejun și ileon, aceste segmente ale intestinului subțire reprezentând, de asemenea, sediul principal al procesului de absorbție. Suprafața acestora este crescută de mii de vilozități și microvilozități. **Vilozitățile** sunt proiecții ale mucoasei, având formă de deget, în timp ce **microvilozitățile** sunt proiecții de dimensiuni electronomicroscopice ale membranei celulelor din mucoasă. În interiorul vilozității se găsesc o serie

de **capilare**, precum și un vas limfatic central, denumit **chiliferul central**. Capilarele primesc produșii de degradare ai proteinelor, glucidelor și acizilor nucleici, rezultați în urma digestiei. Vasele limfatice primesc produșii rezultați în urma digestiei lipidelor (Figura 18.7).

TABELUL 18.4. ENZIMELE DIGESTIVE ȘI LOCUL SECREȚIEI ACESTORA

Sursă	Fluid	Enzimă	Substrat	Produs	Loc de acțiune
Glande salivare	Salivă	Amilaza salivară	Amidon	Maltoza	Cavitatea bucală
Stomac	Suc gastric	Pepsina	Proteine	Peptide	Stomac
		Labfermentul	Proteine din lapte	Proteină coagulantă	Stomac
		Acid clorhidric (nu este o enzimă)	Mai multe alimente	Unități mai mici	Stomac
Pancreas	Suc pancreatic	Amilaza pancreatică	Amidon	Maltoza	Intestin subțire
		Lipaza	Lipide	Acizi grași, glicerol	Intestin subțire
		Tripsina	Proteine	Peptide	Intestin subțire
		Chimotripsina	Proteine	Peptide	Intestin subțire
		Carboxipeptidaza	Proteine	Peptide	Intestin subțire
Intestin subțire	Suc intestinal	Maltaza	Maltoza	Glucoza	Intestin subțire
		Lactaza	Lactoza	Glucoza, galactoza	Intestin subțire
		Zaharaza	Zaharoza	Glucoza, fructoza	Intestin subțire
		Aminopeptidaza	Peptide	Aminoacizi	Intestin subțire
		Dipeptidaza	Dipeptide	Aminoacizi	Intestin subțire
		Nucleaza	ADN și ARN	Nucleotide	Intestin subțire
Ficat	Bila	Săruri biliare (nu sunt enzime)	Picături mari de grăsime	Grăsimi emulsionate	Intestin subțire

Pasajul elementelor nutritive prin membrana celulelor epiteliale în lichidul interstițial și apoi în capilare este realizat în mare măsură prin mecanisme de transport activ, cu ajutorul moleculelor transportoare și al ATP-ului. De asemenea, absorbția se poate produce și prin difuziune, difuziune facilitată și pinocitoză. Pentru lipide, difuziunea reprezintă principalul mecanism de absorbție.

Monozaharidele, aminoacizii și acizii grași cu lanț scurt de carbon sunt absorbiți în capilarele sanguine ale vilozităților intestinale. Acizii grași cu lanț lung sunt resintetizați pentru a forma trigliceride, acestea difuzând apoi în chiliferul central, după cum s-a menționat anterior.

Apa, electroliții, precum și ionii de sodiu și vitaminele sunt absorbite tot în capilarele sanguine.

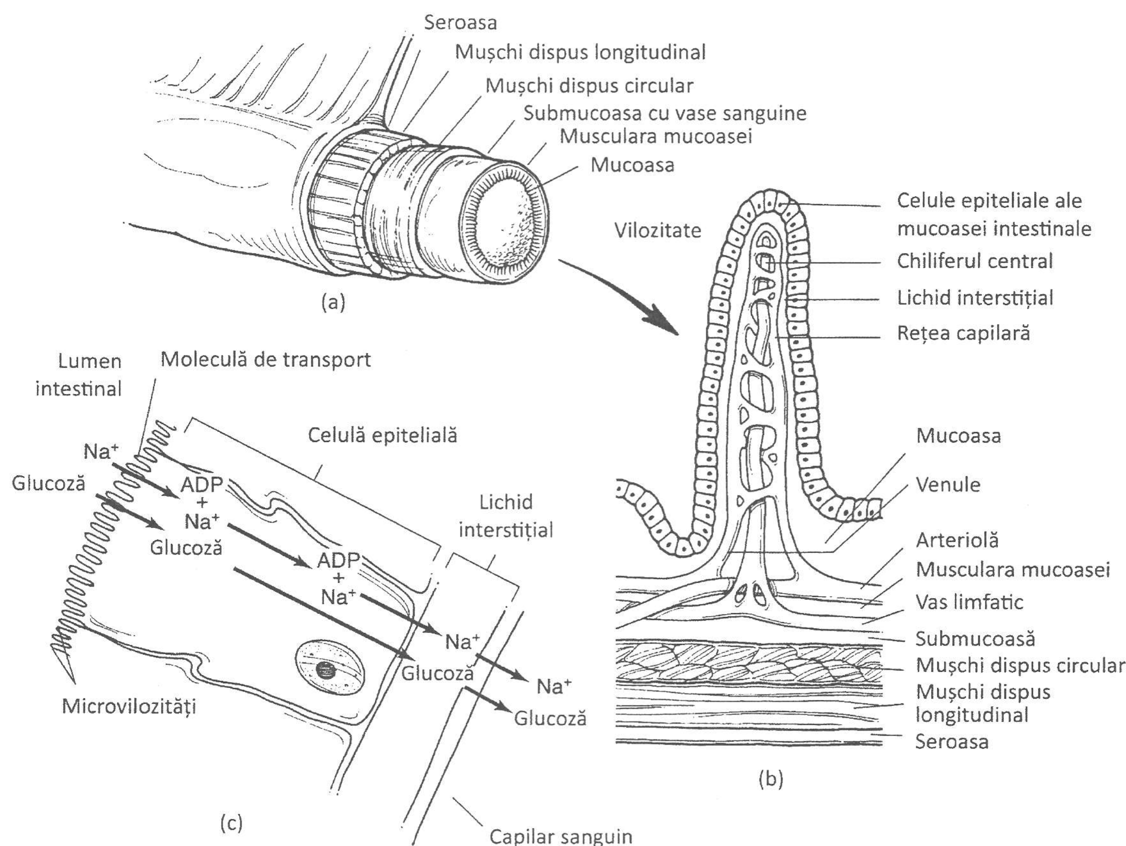


FIGURA 18.7 Structura intestinului subțire și procesul de absorbție. (a) Straturile musculare ale peretelui intestinal. (b) Structura unei vilozități. Rețeaua capilară primește produșii de degradare ai proteinelor, glucidelor și produșii rezultați prin digestia acizilor nucleici, în timp ce chiliferul central primește produșii de descompunere ai lipidelor. (c) Absorbția ionilor de sodiu și a moleculelor de glucoză din lumenul intestinal, prin celulele epiteliale și lichidul interstițial, în capilare.

INTESTINUL GROS

Intestinul gros este format din cec, colon ascendent, colon transvers, colon descendent, colon sigmoid, rect, canal anal și anus. Intestinul gros poartă această denumire, deoarece diametrul său este considerabil mai mare decât diametrul intestinului subțire. Intestinul gros prezintă numeroase dilatații cu aspect de mici buzunare, numite **haustrații**, și măsoară aproximativ 1,5 m lungime, având un diametru mediu de 6 cm. Cea mai mare parte a intestinului gros este cunoscută și sub denumirea de **colon**.

Cecul este prima porțiune a intestinului gros, cu o lungime de aproximativ șase sau șapte centimetri, situat în zona în care intestinul subtire se continuă cu intestinul gros, în cadranul inferior drept al abdomenului. **Apendicele vermiform** este o scurtă extensie cu aspect vermicular ce ia naștere din cec. El este un organ vestigial care se poate inflama, necesitând în această situație îndepărtarea sa chirurgicală.

Alimentele nedigerate pătrund din ileon în colonul ascendent prin **valvula ileocecală**. **Colonul ascendent** se află în poziție verticală, pe partea dreaptă a abdomenului, extinzându-se în sus, spre marginea inferioară a ficatului (Figura 18.8). **Colonul transvers** străbate în sens orizontal abdomenul, în apropierea stomacului și a splinei. Colonul transvers se continuă cu **colonul descendent** la nivelul flexurii splenice, un unghi de 90° de la nivelul căruia colonul este poziționat din nou vertical, dar descendent, pe partea stângă a abdomenului. Acesta se continuă cu **colonul sigmoid**, o structură în formă de S, care coboară și se continuă cu rectul. Ultimii 18-20 centimetri ai tractului gastrointestinal sunt reprezentați de **rect**. Rectul se continuă cu canalul anal și apoi cu orificiul extern al canalului anal, numit **anus**, aceste structuri reprezentând ultimele segmente ale intestinului gros.

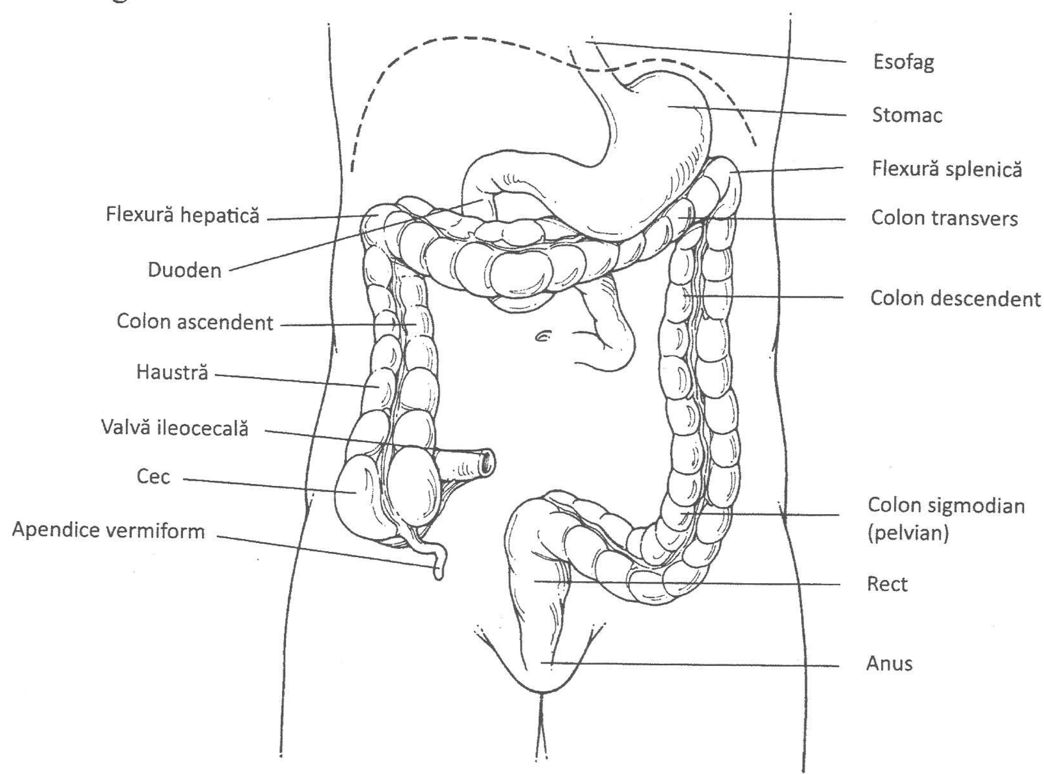


FIGURA 18.8 Intestinul gros în poziție anatomică în cavitatea abdominală și relația sa cu stomacul, imagine ventrală. Intestinul subțire, de la duoden până la cec, a fost îndepărtat din figură. Ficatul și pancreasul au fost, de asemenea, îndepărtate. Linia punctată reprezintă poziția diafragmului.

Funcțiile intestinului gros includ absorbția apei și a ionilor, precum și formarea materiilor fecale. La acest nivel, se absorb aproximativ 300-400 ml de apă, zilnic. Când absorbția este deficitară, se pierd cantități mari de apă prin materiile fecale, ducând la **diaree**. Principalul ion absorbit în intestinal gros este ionul de sodiu. La nivelul intestinului gros nu au loc procese de digestie chimică.

O altă funcție importantă a intestinului gros este absorbția **vitaminelor**. Desfășurarea proceselor metabolice necesită cantități mici de vitamine (Capitolul 19). Unele vitamine

sunt produse de bacteriile care se găsesc în mod normal în intestin. De asemenea, intestinul gros înmagazinează și compactează materialele nedigerate, formând **materiile fecale**. Eliminarea materiilor fecale se numește **defecație**. Tehnic vorbind, defecația nu este o funcție de excreție, ci, mai degrabă eliberarea materialelor care nu sunt digerate de organism sub formă de fecale. Materiile fecale sunt alcătuite din apă, săruri anorganice, bacterii, celule epiteliale desprinse din tractul gastrointestinal și alimente nedigerate. Defecația este un act reflex, facilitat de contracțiile voluntare ale unor variate grupe musculare.

ORGANELE ANEXE

Organele anexe sunt implicate în procesele de digestie. Două dintre acestea sunt ficatul și pancreasul.

FICATUL

Ficatul este cea mai mare glandă din organism și unul dintre cele mai importante organe anexe ale tractului gastrointestinal. Ficatul se află sub diafragm și este divizat în patru lobi cunoscuți sub denumirea de **lobul drept**, **lobul stâng**, **lobul caudat** și **lobul pătrat** (Figura 18.9). Lobii ficatului sunt subîmpărțiți în **lobuli**, care conțin celule hepatice (**hepatocite**) și **macrofage** (celule Kupffer).

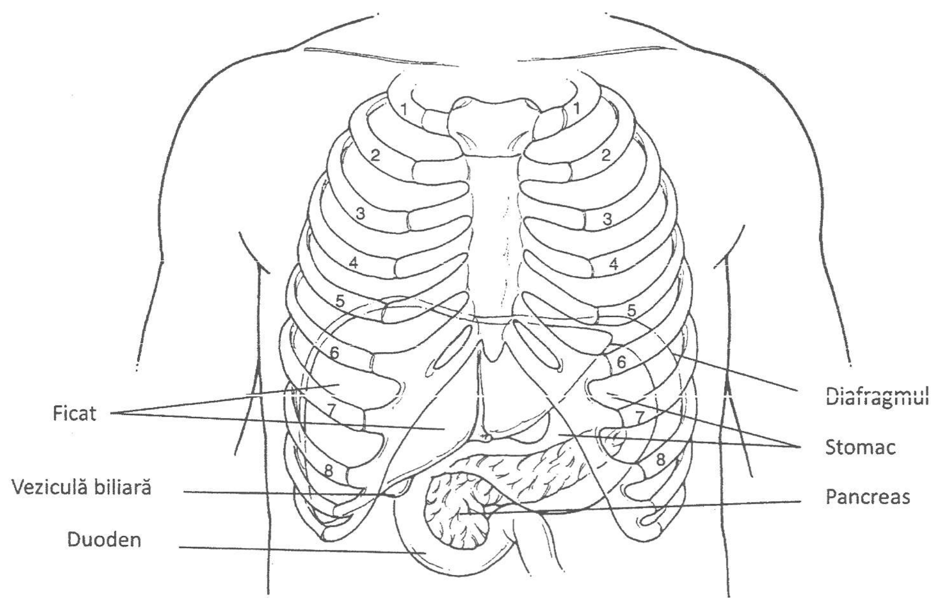


FIGURA 18.9 Anatomia și poziția ficatului și a pancreasului în cavitatea abdominală, văzute dintr-o poziție ventrală. Observați conturul stomacului, care a fost îndepărtat. Porțiunea superioară a ficatului este lipită de diafragm, ficatul fiind protejat de mai multe coaste. Vezicula biliară se află în partea inferioară a ficatului, fiind dificil de vizualizat în această poziție.

Ficatul primește elementele nutritive absorbite la nivelul tractului digestiv prin **sistemul port hepatic**, o subdiviziune a sistemului circulator. Acest sistem este format din

venulele și venele care drenează sângele din diferite regiuni ale sistemului digestiv și fuzionează pentru a forma o singură venă, vena portă hepatică. **Vena portă hepatică** transportă sângele din rețelele capilare ale sistemului digestiv la ficat, unde se ramifică pentru a forma o a doua rețea capilară. De asemenea, sistemul circulator furnizează ficatului oxigen și substanțe nutritive, prin artera hepatică. Sângele venos părăsește ficatul și reintră în circulație prin vena hepatică, care se varsă în vena cavă inferioară. Ficatul este situat sub diafragm și ocupă cea mai mare parte a hipocondrului drept al cavității abdominale. Secreția acestuia, denumită bilă, se varsă în **ductele hepatice**, care apoi o conduc în vezicula biliară.

Ficatul are multe funcții importante legate de digestie. Una dintre cele mai importante funcții este producerea **bilei**, un lichid galben-maroniu sau verde-oliv, cu un un pH cuprins între 7,6 și 8,6. În compoziția bilei intră apă și săruri biliare, colesterol, un fosfolipid numit lecitină, pigmenți biliari, și o serie de ioni. Principalul pigment biliar este **bilirubina**, o substanță derivată din fracțiunea hem a hemoglobinei din globulele roșii distruse (Capitolul 14).

Bilirubina este apoi digerată de către bacteriile intestinale, iar unul din compușii acesteia este urobilinogenul, ce contribuie la colorarea materiilor fecale. O parte din urobilinogen se resoarbe și este eliminat prin urină (Capitolul 20).

Bila produsă de ficat este depozitată în **vezicula biliară**, o structură sub formă de pară. Vezicula biliară este localizată pe suprafața viscerală a ficatului, fiind drenată și umplută prin **ductul cistic** (Figura 18.10). Ductul cistic transportă bila în duoden prin ductul biliar comun. Acesta este format prin unirea ductului cistic al veziculei biliare cu ductul hepatic comun. Vezicula biliară stochează și concentrează bila până în momentul în care aceasta este necesară în procesul de digestie.

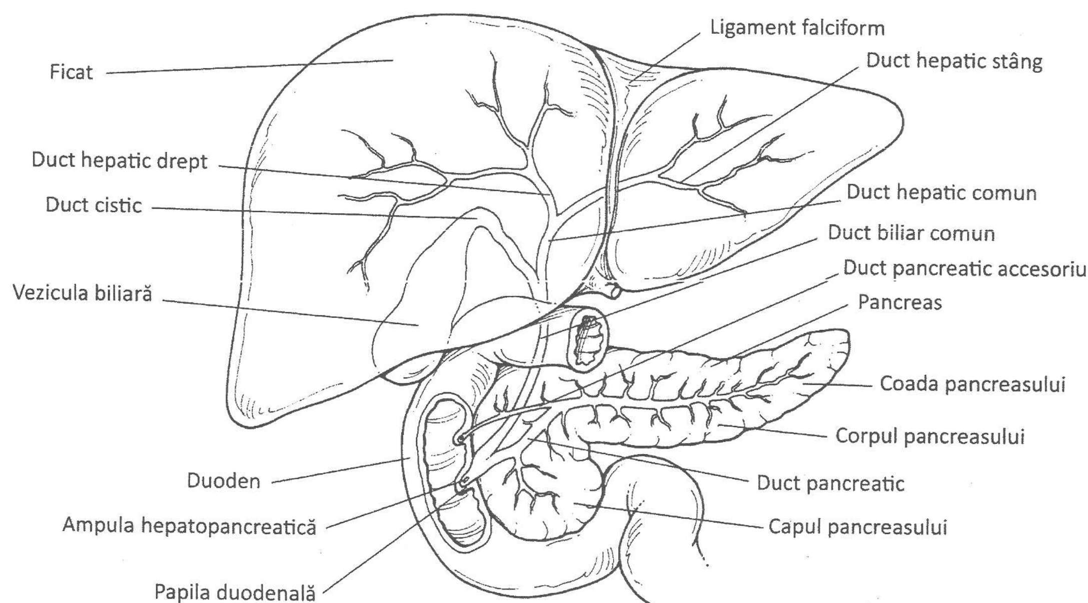


FIGURA 18.10 Structura ficatului, a pancreasului și a sistemului de ducte ale acestora, observate din poziție ventrală. Diferitele ducte din vezicula biliară, ficat și pancreas se unesc la nivelul ampulei hepatopancreatice, la nivelul papilei duodenale.

O altă funcție a ficatului este aceea de a controla metabolismul glucidic. Când nivelul de glucoză în sânge este ridicat, enzimele hepatice transformă glucoza în glicogen. Acest proces este numit **glicogenogeneză**. În cazul scăderii nivelului de glucoză din sânge, enzimele din celulele hepatice transformă glicogenul în glucoză. Acest proces este numit **glicogenoliză**. Enzimele hepatice sunt, de asemenea, capabile să convertească anumiți aminoacizi în molecule de glucide, ca sursă energetică, atunci când nivelul de glucide din sânge este scăzut; acest proces este cunoscut sub numele de **gluconeogeneză** (Capitolul 19).

În ceea ce privește metabolismul lipidelor, ficatul este capabil să descompună acizii grași în molecule mai mici, cum ar fi **acetil coenzima A**. Moleculele de acetil coenzima A pot fi prelucrate ulterior în procesul de metabolism (Capitolul 19), pentru a elibera energia din legăturile chimice ale moleculelor.

În metabolismul proteinelor, enzimele hepatice sunt implicate într-un proces numit **dezaminare**. Dezaminarea implică îndepărtarea grupărilor amino din aminoacizi. Moleculele rezultate pot fi utilizate ulterior în metabolismul energetic, sau transformate în glucide sau lipide. Grupările amino care rezultă din aminoacizi sunt folosite pentru a sintetiza o substanță reziduală numită **uree**. Ureea este, în cele din urmă, eliminată din sânge la nivelul rinichiului și reprezintă principala substanță dizolvată în urină (Capitolul 20).

În ficat mai au loc și alte etape ale metabolismului proteic. De exemplu, celulele ficatului sintetizează cele mai multe **proteine plasmatice**, cum ar fi albumina, globulina, precum și protrombina și fibrinogenul, utilizate în coagularea sângelui.

Celulele hepatice îndepărtează medicamente și hormoni din sânge. De exemplu, celulele hepatice pot elimina drogurile și toxinele din sânge, excretându-le în bilă. Enzimele hepatice pot, de asemenea, altera structura chimică a anumitor hormoni steroizi, cum ar fi estrogenii și aldosteronul.

Depozitarea vitaminelor reprezintă o altă funcție a ficatului. Ficatul stochează vitamine, cum ar fi A, B_{12}, D, E și K, precum și minerale, cum ar fi fierul și cuprul. În celulele hepatice, o proteină numită **apoferitină** se combină cu ionii de fier pentru a forma **feritina**, formă sub care fierul este depozitat în ficat. Celulele Kupffer ale ficatului sunt implicate în procesul de fagocitoză, distrugând globulele roșii și albe îmbătrânite. În final, ficatul participă la activarea vitaminei D, formă sub care ea poate fi utilizată în organism.

PANCREASUL

Un alt organ anex al sistemului digestiv este pancreasul. Pancreasul are un rol important în sistemul endocrin (Capitolul 13), precum și în sistemul digestiv. Este o glandă alungită, de aproximativ 13 cm lungime și 2,5 cm grosime.

Pancreasul este localizat posterior față de marea curbură a stomacului și comunică cu duodenul prin intermediul a două ducte. Ductul mai mare este numit **duct pancreatic**, sau ductul Wirsung, iar cel de-al doilea este numit **ductul accesoriu** sau ductul Santorini. Ductul pancreatic se unește cu ductul hepatic comun de la ficat și vezicula biliară și intră în duoden la nivelul unei zone comune, denumite **ampula** hepatopancreatică. Ductul accesoriu intră în duoden cu aproximativ 2,5 cm deasupra ampulei hepatopancreatice.

Celulele pancreasului cu rol în digestie se organizează sub formă de **acini**. Ele reprezintă aproximativ 99% din masa pancreasului, constituind porțiunea sa exocrină, care secretă **sucul pancreatic**. Sucul pancreatic este un lichid limpede, incolor, conținând apă, săruri, ioni de bicarbonat și enzime. Ionii de bicarbonat dau sucului pancreatic un pH ușor alcalin, care neutralizează aciditatea chimului gastric.

O serie de enzime din sucul pancreatic au rol în digestie. De exemplu, amilaza pancreatică digeră glucidele, proteaza, tripsina, chimotripsina și carboxipeptidaza digeră proteinele, lipaza digeră lipide. Secrețiile pancreasului sunt controlate de către hormonii secretină și colecistochinină.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

***SECȚIUNEA A** – Identificați corect literele corespunzătoare organelor și structurilor sistemului digestiv.*

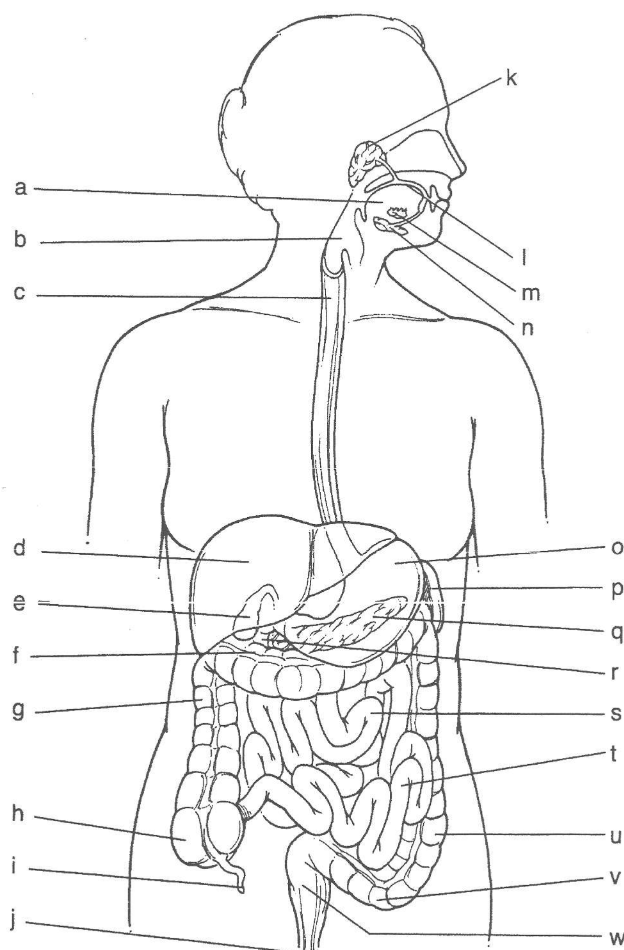


FIGURA 18.11

__ 1. anus
__ 2. apendice
__ 3. colon ascendant
__ 4. cec
__ 5. colon descendent
__ 6. duoden
__ 7. esofag
__ 8. vezicula biliară
__ 9. ileon
__ 10. jejun
__ 11. ficat
__ 12. cavitatea bucală
__ 13. pancreas
__ 14. glanda parotidă
__ 15. faringe
__ 16. rect
__ 17. colon sigmoid
__ 18. splină
__ 19. stomac
__ 20. glanda sublinguală
__ 21. glanda submandibulară
__ 22. limbă
__ 23. colon transvers

Identificați corect literele corespunzătoare organelor și sistemului de ducte ale ficatului și pancreasului, în relație cu duodenul.

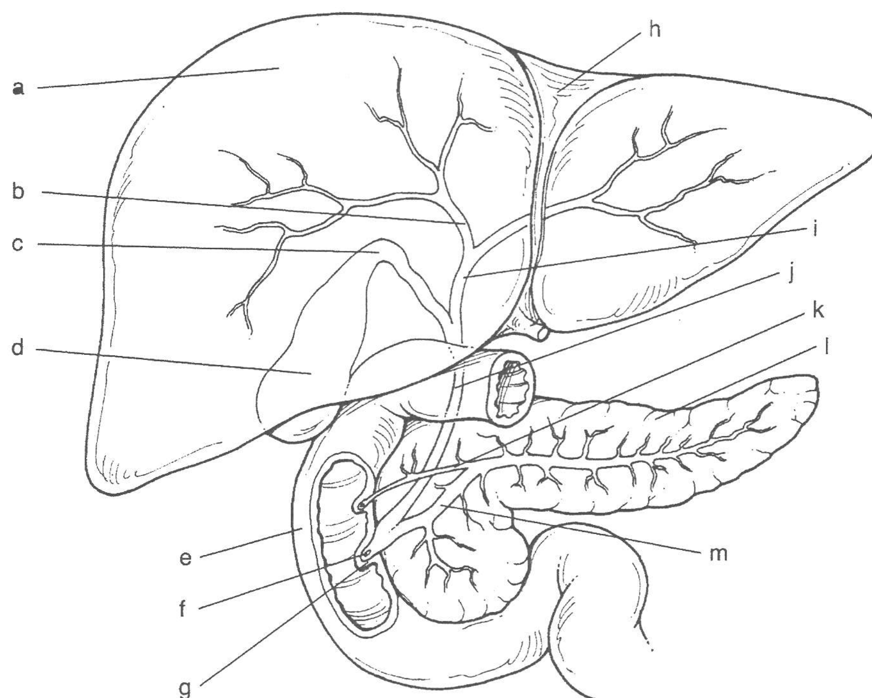


FIGURA 18.12

__ 1. ductul pancreatic accesoriu
__ 2. ductul biliar comun
__ 3. ductul hepatic comun
__ 4. ductul cistic
__ 5. papila duodenală
__ 6. duoden
__ 7. ligament falciform
__ 8. veziculă biliară
__ 9. ampula hepatopancreatică
__ 10. ficat
__ 11. pancreas
__ 12. ductul pancreatic
__ 13. ductul hepatic drept

***SECȚIUNEA B – Completare**: Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Cele două funcții principale ale sistemului digestiv sunt digestia și _______________.

2. Sistemul digestiv este alcătuit din tractul gastrointestinal, care este o structură tubulară musculară a cărei lungime este de aproximativ _______________.

3. Stratul intern al tractului gastrointestinal este o tunică cunoscută sub denumirea de _______________.

4. Submucoasa tractului gastrointestinal conține vase limfatice, vase de sânge și _______________.

5. Tipul predominant de muşchi din tractul gastrointestinal este ________________.

6. Stratul extern al tractului gastrointestinal este denumit ________________.

7. Porțiunea inițială a tractului digestiv constă dintr-o cavitate cunoscută sub numele de ________________.

8. Conexiunile limbii cu planşeul bucal sunt realizate de un țesut cunoscut sub numele de ________________.

9. Pe fiecare parte a limbii, incluşi în papilele gustative, există o serie de ________________.

10. Una dintre cele mai importante funcţii ale limbii este mixarea alimentelor cu saliva, pentru formarea unei mase numite ________________.

11. Dinţii „de lapte" sunt denumiţi mai corect ________________.

12. Într-un set permanent de dinți, numărul complet este de ________________.

13. Dinții specializaţi pentru prinderea şi sfâşierea alimentelor sunt denumiți ________________.

14. Fragmentele alimentare mari sunt tăiate cu ajutorul dinţilor numiţi ________________.

15. Cele trei regiuni importante ale unui dinte sunt coroana, coletul şi ________________.

16. Substanța cu consistența cea mai dură din organism se află pe suprafața exterioară a dintelui şi este cunoscută sub numele de ________________.

17. Cea mai mare parte a dintelui este formată din ________________.

18. Vasele de sânge, nervii şi țesuturile conjunctive ale dintelui sunt localizate în interiorul ________________.

19. La nivelul obrajilor, inferior față de ureche, se situează cea mai mare glandă salivară, cunoscută sub denumirea de ________________.

20. Glanda salivară drenată de către ductul submandibular este ________________.

21. Glanda salivară situată sub limbă, la nivelul planşeului bucal, se numeşte ________________.

22. Enzima din salivă care facilitează descompunerea glucidelor este cunoscută sub numele de ________________.

23. Țesuturile limfatice situate în mucoasa faringiană sunt numite ________________.

24. Rezultatul digestiei amidonului este un dizaharid numit ________________.

25. Alimentele trec din faringe în stomac printr-o strctură tubulară numită ________________.

26. Procesul de înghiţire este mai corect cunoscut sub numele de ________________.

27. Seria de contracţii ondulatorii care transportă alimentele în stomac se numeşte ________________.

28. Muşchiul neted circular situat în porţiunea iniţială a stomacului este sfincterul esofagian inferior sau cardial, în timp ce muşchiul neted circular de la capătul distal al stomacului este ________________.

29. Regiunea îngustă a porţiunii distale a stomacului se numeşte ________________.

30. Celulele glandelor digestive care produc enzime se numesc ________________.

31. Cel mai important acid necesar pentru digestie este ________________.

32. Enzimele din stomac nu digeră peretele gastric, deoarece acesta este protejat de ________________.

33. Principala enzimă proteolitică din stomac este ________________.

34. Digestia proteinelor în stomac produce ________________.

35. Hormonul care controlează activitatea glandelor gastrice este ________________.

36. În stomac, alimentele sunt transformate într-un amestec de consitenţa unei supe, cunoscut sub denumirea de ________________.

37. O glandă de dimensiuni mari, numită ________________, evacuează în duoden o varietate de enzime digestive.

38. Tripsina descompune substanţe organice numite ________________.

39. Acizii nucleici sunt convertiţi în nucleotidele lor componente de către enzime cunoscute sub denumirea de ________________.

40. În duoden, aciditatea conţinutului intestinului subţire este neutralizată de ________________.

41. Înainte ca lipidele să fie transformate chimic în acizi graşi, acestea trebuie să fie fragmentate în particule mici de către ________________.

42. Enzima pancreatică responsabilă de digestia lipidelor este cunoscută sub numele de ________________.

43. A doua regiune a intestinului subţire, unde are loc cea mai mare parte a proceselor de absorbţie, este ________________.

44. Produșii rezultați în urma digestiei lipidelor sunt absorbiți în vase limfatice numite ________________.

45. Mecanismul de transport al substanțelor din intestinul subțire în sânge, ce necesită ATP, este cunoscut sub numele de ________________.

46. Structura ce ia naștere din cec, cu aspect vermicular, situată la joncțiunea dintre intestinul subțire și gros este numită ________________.

47. Ultimii centimetri ai intestinului gros, care se termină la anus, sunt reprezentați de ________________.

48. O funcție importantă a intestinului gros este de a absorbi ionii și ________________.

49. Cea mai mare glandă din organism, care secretă bila, este ________________.

50. Pentru a fi utilizată în procesele digestive, bila este stocată la nivelul unei structuri numite ________________.

***SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere**: Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Următoarele sunt funcții ale cavității bucale, *cu excepția*
   A. digestiei mecanice a alimentelor
   B. digestiei chimice a proteinelor
   C. lubrifierii alimentelor
   D. digestiei anumitor glucide

2. Un pliu tisular numit frâul limbii conectează
   A. pancreasul de stomac
   B. intestinul subțire de cel gros
   C. vezicula biliară de ficat
   D. limba de planșeul bucal

3. Cele două tipuri de dinți sunt
   A. dinții temporari și dinții permanenți
   B. dinții gastroizi și pilorici
   C. dinții parotizi și ai colonului
   D. dinții din față și din spate

4. Enzimele secretate de glandele salivare
   A. emulsionează grăsimile
   B. facilitează digestia glucidelor
   C. sunt stimulate de hormonii gastrici
   D. își golesc conținutul în palatul cavității bucale

5. Trecerea bolului alimentar prin esofag este facilitată de
   A. enzime și acizi
   B. sfincterul esofagian inferior
   C. peristaltism și gravitație
   D. sfincterul piloric

6. Următoarele sunt regiuni ale stomacului, *cu excepția*
   A. fornixului
   B. cardiei
   C. pilorului
   D. hilului

7. Micul și marele epiplon sunt
   A. zone de intrare și ieșire ale stomacului
   B. curburi ale stomacului
   C. extensii ale peritoneului atașate de stomac
   D. glande care își varsă conținutul în stomac

8. Pepsinogenul este convertit în pepsină
   A. în duoden
   B. în prezența acidului clorhidric
   C. în pancreas
   D. numai în prezența unei concentrații crescute de săruri

9. Hormonul care controlează activitatea glandelor gastrice este cunoscut sub numele de
   A. progesteron
   B. androgen
   C. gastrină
   D. TSH

10. Pentru a neutraliza aciditatea chimului gastric, ionii de bicarbonat ajung în duoden prin intermediul
    A. sucului pancreatic
    B. hormonilor eliberați în mucoasa tractului gastrointestinal
    C. bilei, secretate de ficat
    D. sucului pancreatic și bilei

11. Următoarele regiuni aparțin intestinului subțire, *cu excepția*
    A. jejunului
    B. ileonului
    C. duodenului
    D. pilorului

12. Bila, secretată de ficat, este utilizată pentru
    A. descompunerea proteinelor
    B. absorbția apei
    C. emulsionarea lipidelor
    D. formarea materiilor fecale

13. Nucleazele descompun acizii nucleici
    A. numai în mediu acid
    B. în nucleotide
    C. în stomac
    D. în intestinul gros

14. Cea mai mare parte a procesului de absorbție are loc
    A. în esofag
    B. în jejun
    C. în mucoasa stomacului
    D. de-a lungul tractului gastrointestinal

15. Produşii rezultați în urma digestiei lipidelor sunt absorbiți în vasele
    A. sistemului circulator
    B. sistemului limfatic
    C. sistemului port hepatic
    D. sistemului venos

16. Cele două modalități principale de absorbție a produșilor rezultați în urma digestiei sunt
    A. fagocitoza şi pinocitoza
    B. osmoza şi fagocitoza
    C. osmoza şi pinocitoza
    D. transportul activ și difuziunea

17. Intestinul gros este numit astfel deoarece depășește intestinul subțire în
    A. diametru
    B. lungime
    C. număr de enzime produse
    D. cantitatea de țesut muscular prezent

18. La locul de joncțiune a intestinului subțire cu intestinul gros, există o regiune a colonului cunoscută sub denumirea de
    A. rect
    B. colon sigmoid
    C. cec
    D. fund gastric

19. O funcție importantă a intestinului gros este de a
    A. descompune proteine
    B. descompune glucide
    C. absorbi vitamine
    D. absorbi nucleotide

20. Următoarele componente sunt frecvent întâlnite în materiile fecale, *cu excepția*
    A. moleculelor de ATP
    B. bacteriilor
    C. sărurilor anorganice
    D. celulelor epiteliale

21. Ficatul primește substanțe absorbite la nivelul tractului gastrointestinal, printr-o subdiviziune a sistemului circulator numită
    A. sistem venos
    B. sistem limfatic
    C. sistem renal
    D. sistem port hepatic

22. Următoarele componente aparțin bilei, *cu excepția*
    A. colesterolului
    B. pigmenților
    C. diverșilor ioni
    D. proteinelor

23. Procesul de glicogenogeneză implică
    A. descompunerea glucozei
    B. conversia aminoacizilor în carbohidrați
    C. sinteza de glicogen
    D. descompunerea glicogenului

24. Procesul de dezaminare are ca rezultat
    A. descompunerea aminoacizilor
    B. sinteza glucozei
    C. sinteza moleculelor de lipide
    D. sinteza moleculelor de glicogen

25. Pancreasul este situat în apropiere de
    A. colonul sigmoid
    B. stomac
    C. cec
    D. apendice

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Stratul extern al tractului gastrointestinal este format din peritoneul visceral.

2. Limba conține mușchi netezi acoperiți de o membrană mucoasă.

3. Dinții folosiți pentru măcinarea alimentelor sunt denumiți incisivi.

4. Substanța cu consistența cea mai dură din organism, localizată pe suprafața exterioară a dintelui, este dentina.

5. Glanda parotidă este cea mai mare glandă digestivă și este drenată de ductul parotidian în cavitatea bucală.

6. Glanda salivară situată sub limbă este glanda submandibulară.

7. Amigdalele palatine și faringiene se află în pereții faringelui.

8. Lungimea aproximativă a esofagului este de 76,2 cm.
9. Peristaltismul asigură trecerea bolului alimentar din esofag prin sfincterul piloric.
10. Suprafaţa internă a stomacului conţine numeroase pliuri numite rugae.
11. Singurele substanţe organice digerate în stomac sunt lipidele.
12. Enzimele care îşi îndeplinesc funcţia în stomac sunt produse de celulele principale.
13. În vederea absorbţiei vitaminei B_{12}, este necesară o substanţă numită factor intrinsec.
14. În stomac, bolul alimentar este transformat într-un lichid cu consistenţa unei supe, cunoscut sub denumirea de kinină.
15. Cea mai mare parte a proceselor digestive din organism au loc în ileon.
16. Tripsina şi peptidaza sunt responsabile pentru descompunerea glucidelor.
17. Ductul biliar comun intră în duoden la nivelul ductului renal.
18. Produşii de degradare a proteinelor, glucidelor şi acizilor nucleici sunt eliminaţi în chiliferul central.
19. Majoritatea proceselor de absorbţie au loc prin transport activ.
20. Proiecţiile mucoasei jejunale sub forma unor degete sunt numite vilozităţi.
21. Intestinul subţire şi gros se întâlnesc în regiunea inferioară dreaptă a toracelui.
22. Intestinul subţire prezintă o porţiune ascendentă, una transversă şi una descendentă.
23. Cele două tipuri importante de celule ale ficatului sunt hepatocitele şi celulele Kupffer.
24. Ductul care drenează vezicula biliară este cunoscut sub numele de duct hepatic.
25. Fibrinogenul şi protrombina, utilizate în coagularea sângelui, sunt sintetizate în pancreas.

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Arthur este un alcoolic care suferă de pancreatită. Nivelul amilazei serice şi al lipazei din organismul lui este crescut, indicând faptul că enzimele pancreatice nu ajung în duoden. Digestia căror macromolecule ar putea fi afectată? Explicaţi de ce.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 18.11

1. j	7. c	13. q	19. o
2. i	8. e	14. k	20. m
3. g	9. t	15. b	21. n
4. h	10. s	16. w	22. a
5. u	11. d	17. v	23. f
6. r	12. l	18. p	

Figura 18.12

1. k	5. g	9. f	13. b
2. j	6. e	10. a	
3. i	7. h	11. l	
4. c	8. d	12. m	

SECȚIUNEA C – Completare

1. absorbția
2. 9 m
3. mucoasă
4. nervi
5. mușchiul neted
6. seroasă
7. cavitatea bucală
8. frâul limbii
9. muguri gustativi
10. bol alimentar
11. dinți temporari
12. 32
13. canini
14. incisivi
15. rădăcina
16. smalț
17. dentină
18. pulpei dentare
19. glanda parotidă
20. glanda submandibulară
21. glanda sublinguală
22. amilază
23. amigdale
24. maltoză
25. esofag
26. deglutiție
27. peristaltism
28. sfincterul piloric
29. pilor
30. celule principale
31. acidul clorhidric
32. mucus
33. pepsina
34. peptide
35. gastrina
36. chim gastric
37. pancreas
38. proteine
39. nucleaze
40. ionii de bicarbonat
41. sărurile biliare
42. lipază
43. jejunul
44. chilifer central
45. transport activ
46. apendice
47. rect
48. apa
49. ficatul
50. vezicula biliară

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. B	6. D	11. D	16. D	21. D
2. D	7. C	12. C	17. A	22. D
3. A	8. B	13. B	18. C	23. C
4. B	9. C	14. B	19. C	24. A
5. C	10. D	15. B	20. A	25. B

SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals

1. A
2. striați
3. molari
4. smalțul
5. salivară
6. sublinguală
7. A
8. 25,4
9. cardial sau esofagian inferior
10. A
11. proteinele
12. A
13. A
14. chim
15. duoden
16. proteinelor
17. ampulei hepatopancreatice
18. capilare
19. A
20. A
21. abdomenului
22. gros
23. A
24. cistic
25. ficat

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Va fi afectată digestia tuturor macromoleculelor, deoarece sucul pancreatic conține enzime necesare descompunerii tuturor tipurilor de macromolecule.

19



Metabolism şi nutriţie

CE VEŢI ÎNVĂŢA

Acest capitol prezintă metabolismul substanţelor provenite din alimente, care furnizează energia şi componentele esenţiale pentru funcţionarea normală organismului. Parcurgând acest capitol, veţi învăţa să:

- explicaţi procesele metabolice şi rolul ATP-ului;
- identificaţi etapele metabolismului glucidelor;
- identificaţi locul de desfăşurare al glicolizei, ciclului Krebs, transportul electronilor şi chemiosmoza;
- identificaţi procesele prin care celulele obţin energia din proteine, glucide şi lipide;
- rezumaţi metabolismul glucidelor, proteinelor şi al lipidelor;
- rezumaţi nutriţia lipidică şi necesarul de lipide în dietă;
- deosebiţi lipoproteinele după funcţia şi importanţa lor pentru sănătate;
- rezumaţi nutriţia proteică şi necesarul de proteine în dietă;
- deosebiţi stările metabolice;
- sintetizaţi metabolismul vitaminelor şi al mineralelor;
- rezumaţi balanţa energetică a organismului;
- descrieţi măsurarea ratei metabolice şi factorii care o influenţează;
- rezumaţi reglarea temperaturii corporale;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Metabolismul reprezintă totalitatea proceselor fizice şi chimice care au loc în celulă. Principalele componente/căi ale metabolismului sunt **anabolismul** (sinteza moleculelor complexe) şi **catabolismul** (degradarea moleculelor complexe). Reacţiile anabolice necesită de obicei energie, în timp ce reacţiile catabolice produc energie (Tabelul 19.1). Energia produsă este stocată în molecula cu nivel energetic ridicat, adenozin-trifosfatul sau ATP.

Reacţiile metabolice se desfăşoară în general de-a lungul unei **căi metabolice**, care este o succesiune de reacţii chimice prin care substraturile sunt descompuse în produşi finali, prin intermediul activităţii enzimelor. Multe dintre reacţii sunt de oxidare sau de reducere. **Reacţia de oxidare** este acea reacţie în care substratul cedează electroni şi devine oxidat, iar **reacţia de reducere** constă în acceptarea de electroni şi substratul devine astfel redus (Figura 19.1). Fiecare reacţie de oxidare este însoţită de una de reducere pentru că electronii nu pot exista în stare liberă. Oxidarea poate însemna şi eliminarea unui atom de hidrogen, în timp ce reducerea poate însemna şi acceptarea unui atom de hidrogen.

Biochimia metabolismului este centrată pe sinteza şi degradarea glucidelor (carbohidraţilor), lipidelor (grăsimilor), proteinelor şi acizilor nucleici. Sinteza proteinelor din aminoacizi a fost discutată în Capitolul 3. Acest capitol se va axa pe degradarea glucidelor ca proces generator de energie, şi pe metabolismul lipidelor şi a aminoacizilor.

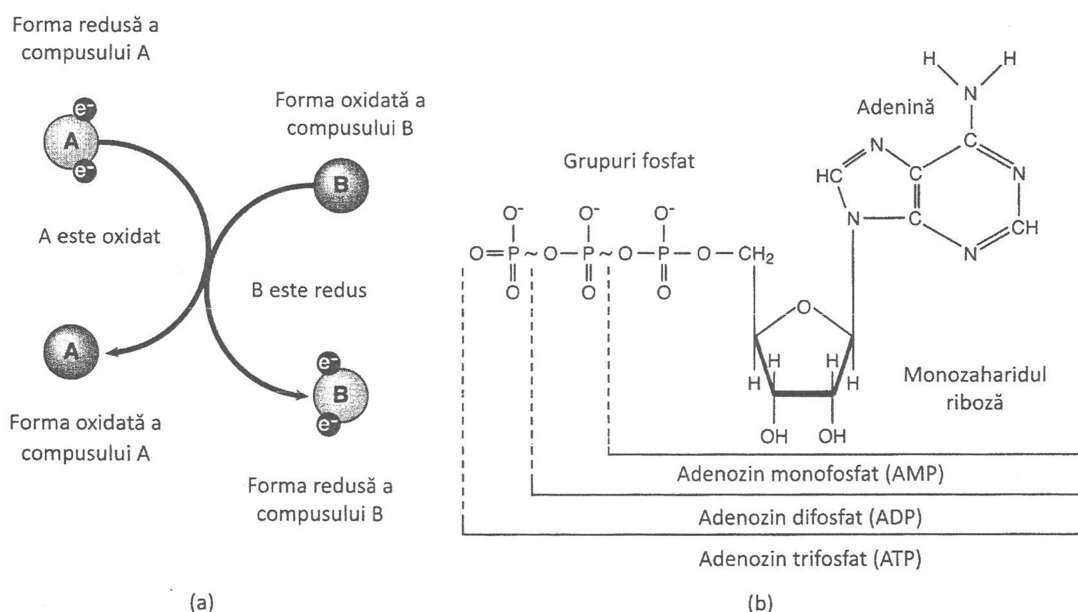


FIGURA 19.1 Oxido-reducerea şi ATP-ul. (a) Într-o reacţie de oxido-reducere sunt implicaţi doi compuşi: compusul A cedează doi electroni compusului B. Compusul A devine oxidat şi compusul B redus. (b) Structura adenozin-trifosfatului (ATP), sursa de energie imediată a organismului. Energia este eliberată atunci când enzima adenozin-trifosfatază îndepărtează grupul fosfat terminal al ATP-ului, obţinându-se ADP şi o grupare fosfat.

TABELUL 19.1 COMPARAȚIE ÎNTRE CELE DOUĂ COMPONENTE ALE METABOLISMULUI CELULAR

Catabolism	Anabolism
Degradează molecule mari	Sintetizează molecule mari
Eliberează energie	Necesită energie
Rezultă molecule mici	Rezultă molecule mari
Glicoliză, ciclul Krebs, transport de electroni	Sinteză de glicogen, trigliceride și proteine
Mediat de enzime	Mediat de enzime
Reacțiile converg spre căile metabolice principale	Reacțiile diverg de la căile metabolice principale

ADENOZIN-TRIFOSFATUL

Când o celulă are nevoie de energie, aceasta utilizează o moleculă de **adenozin-trifosfat (ATP)**. După cum s-a descris în Capitolul 2, această moleculă constă dintr-un inel de adenozină şi trei grupări fosfat. Când grupul fosfat terminal este ataşat de molecula ATP, aceasta conţine 7,3 kcalorii/mol ($6x10^{23}$molecule). Pentru a elibera energia, enzima adenozin-trifosfatază scindează grupul fosfat terminal şi îl eliberează ca ion fosfat. Pe lângă energie, în urma scindării ATP rezultă astfel **adenozin-difosfat (ADP)** şi un **ion fosfat**.

Adenozin-difosfatul şi ionul fosfat se pot lega pentru a reforma ATP-ul, la fel cum o baterie se reîncarcă. Pentru această sinteză este însă nevoie de energie. Această energie este obţinută de celulă prin procesul de **respiraţie celulară**.

Respiraţia celulară este un proces intracelular complex, care utilizează un grup de molecule organice denumite **coenzime**. Coenzimele sunt porţiuni non-proteice ale enzimelor, esenţiale pentru activitatea acestora. Două coenzime importante pentru celulele umane sunt: nicotinamid-adenin-dinucleotidul **(NAD)** şi flavin-adenin-dinucleotidul **(FAD)**. Ambele molecule au structură asemănătoare cu ATP-ul. Pentru producerea NAD este nevoie de o vitamină B numită niacină. FAD conţine un grup flavin care este porţiunea chimic activă. Pentru producerea grupului flavin este necesară vitamina B, numită **riboflavină**.

Coenzimele acceptă electroni şi îi cedează altor coenzime sau altor molecule. Reacţiile sunt de oxido-reducere. Alte molecule ce participă la aceste reacţii sunt pigmenţii ce conţin fier şi se numesc **citocromi**. Coenzimele şi citocromii acceptă şi cedează electronii în cadrul **sistemului de transport al electronilor**. Trecerea electronilor bogaţi în energie printre citocromi şi coenzime adună energie din molecule, iar această energie este folosită pentru recombinarea moleculelor de ADP cu ionii fosfat şi formarea moleculelor de ATP.

Sinteza ATP-ului folosind energie din transportul electronilor implică un proces complex denumit **chemiosmoză**. Prin chemiosmoză se realizează un gradient protonic puternic între compartimentele delimitate de membrana dublă a mitocondriilor intracelulare. Acest gradient se formează atunci când un număr mare de protoni (ioni de H^+) sunt pompaţi între compartimentele membranare mitocondriale. Energia folosită

DE REȚINUT
ATP-ul este produs prin respirație celulară și este materia primă energetică a celulei.

pentru pomparea protonilor este cea eliberată din electroni în cursul activităţii sistemului de transport al electronilor. Acceptorul final de electroni, în sistemul de transport al electronilor, este molecula de oxigen. Enzima citocrom-oxidază combină electronii, protonii din vecinătate şi oxigenul pentru a produce apă.

După acumularea protonilor în compartimentele mitocondriale, aceştia se întorc în alt compartiment prin intermediul enzimei membranare ATP-sintetază, furnizând energia pentru a uni ADP-ul cu ionii fosfat şi a forma ATP. Mişcarea protonilor este numită chemiosmoză pentru că implică o mişcare a unor compuşi chimici (protoni), printr-o membrană semipermeabilă.

METABOLISMUL GLUCIDELOR

Glucoza este principalul glucid disponibil ca sursă de energie în corpul uman. Alte glucide consumate de om sunt: fructoza, galactoza, zaharoza, lactoza, maltoza şi amidonul, toate fiind transformate în glucoză sau într-un compus înrudit, pentru a fi folosite în metabolismul energetic.

În procesul respiraţiei celulare, glucidele sunt preluate de către celulă în citoplasmă şi mitocondrii pentru a le descompune şi a elibera energie. În urma acestui proces, dioxidul de carbon şi apa sunt eliminate ca produşi reziduali. Procesul cuprinde patru etape: glicoliza, ciclul Krebs, sistemul de transport al electronilor şi chemiosmoza. Prin **glicoliză** moleculele de glucoză sunt transformate în acid piruvic; în **ciclul Krebs** moleculele de acid piruvic sunt degradate în continuare, iar energia din molecule este folosită pentru a forma compuşi cu nivel energetic ridicat cum este NADH; prin **sistemul de transport al electronilor**, electronii sunt transportaţi între citocromi şi coenzime, eliberându-şi energia; prin **chemiosmoză**, energia este folosită pentru pomparea transmembranară a protonilor şi pentru a furniza energia pentru sinteza ATP-ului (Figura 19.2).

GLICOLIZA

În procesul glicolizei, o moleculă de glucoză este metabolizată printr-o cale cu mai multe etape, pentru a produce două molecule de acid piruvic. Acest proces are loc în citoplasma celulei. În această cale metabolică acţionează cel puţin nouă enzime.

În etapele 1 şi 3 ale căii glicolitice, este folosită câte o moleculă de ATP pentru a furniza energia necesară acestor reacţii chimice. În continuare, molecula de glucoză cu 6 atomi de carbon este convertită într-un produs intermediar, care se rupe în doi compuşi cu câte 3 atomi de carbon. Aceştia suferă ulterior transformări suplimentare şi în cele din urmă, la sfârşitul procesului, formează două molecule de **acid piruvic** (Figura 19.3).

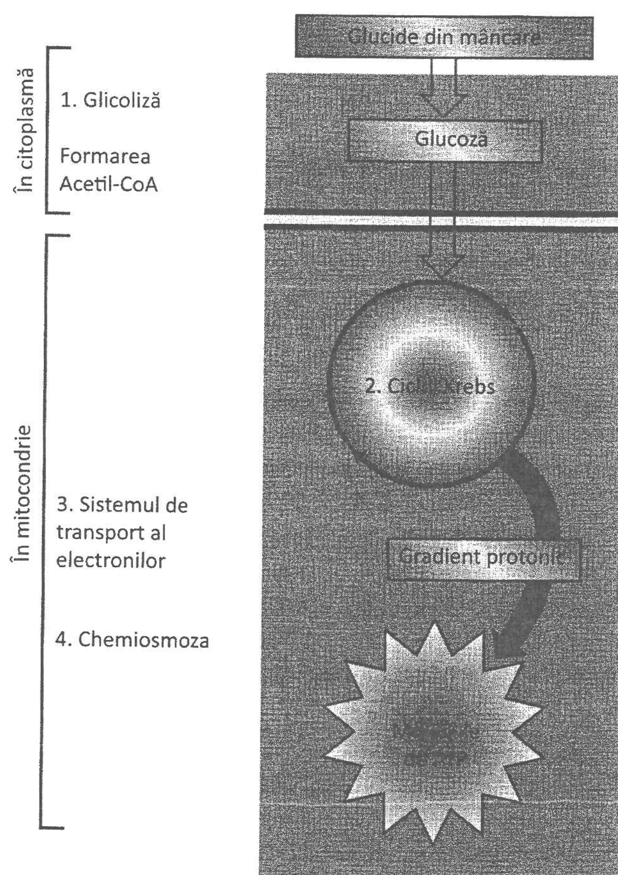


FIGURA 19.2 O privire de ansamblu asupra metabolismul glucidelor, ilustrând relaţia între cele patru mari subdiviziuni. Din glucidele alimentare se formează glucoza, care este apoi metabolizată prin procesele 1-4 pentru a elibera energie, care este stocată în moleculele de ATP. Unele reacţii biochimice au loc în citoplasmă, restul se petrec în mitocondriile celulei.

Spre sfârşitului procesului de glicoliză se sintetizează patru molecule de ATP folosind energia eliberată în cursul reacţiilor chimice (Figura 19.3). Câştigul net, ca rezultat al glicolizei, sunt două molecule de ATP, deoarece, din cele patru molecule de ATP sintetizate, două au fost folosite în reacţiile chimice ale procesului.

Tot în procesul glicolizei, o altă reacţie chimică produce electroni cu nivel energetic ridicat şi ioni de hidrogen (H^+). Aceştia sunt transferaţi coenzimei NAD şi astfel o transformă în **NADH**. Enzima redusă NADH va fi folosită mai târziu în sistemul de transport al electronilor. În cursul glicolizei se produc două molecule de NADH. Glicoliza nu necesită oxigen, deci este considerată un proces anaerob.

În condiţii anaerobe, în **celulele musculare** apare fermentaţia, prin care o enzimă transformă acidul piruvic al glicolizei în **acid lactic**. Această reacţie chimică eliberează NAD pentru a fi refolosit în glicoliză şi, în acelaşi timp, furnizează celulei două molecule de ATP. În cele din urmă, acidul lactic acumulat în muşchi produce „febra musculară" şi celulele musculare nu se mai contractă (Capitolul 8).

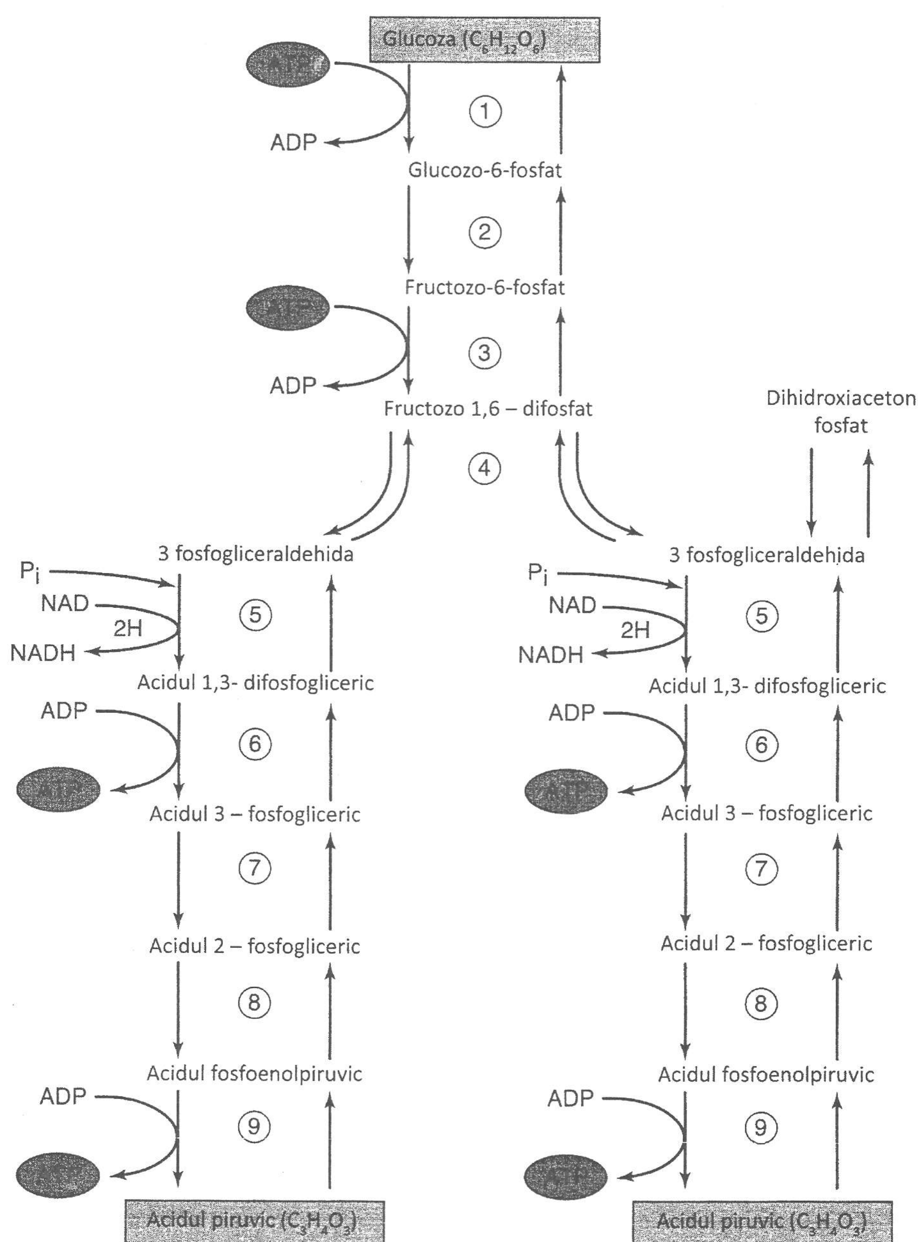


FIGURA 19.3 Glicoliza. Glicoliza este un proces biochimic realizat în etape, în care molecula de glucoză este convertită în două molecule de acid piruvic. De notat că în acest proces se utilizează 2 molecule de ATP (în reacţiile 1 şi 3) şi se produc 4 molecule de ATP (reacţiile 6 şi 9, fiecare reacţie având loc de două ori), rezultând în final un câştig net de două molecule de ATP. În reacţia 5 se formează două molecule de NADH care vor intra în sistemul transportor de electroni.

CICLUL KREBS

După glicoliză, respiraţia celulară implică un alt proces realizat în etape, numit **ciclul Krebs**, ciclul acidului citric sau ciclul acizilor tricarboxilici (CAT). Ciclul Krebs utilizează cele două molecule de acid piruvic formate prin glicoliză, şi produce molecule cu nivel energetic ridicat de NADH şi FADH, precum şi ATP. Ciclul Krebs are loc în

mitocondria celulei şi produce două molecule de CO_2 ca produşi reziduali. Mitocondria posedă o membrană internă şi una externă, care o compartimentează. Membrana internă este plicaturată şi formează **criste**. De-a lungul acestor criste se află enzimele importante pentru pompa de protoni şi formarea de ATP.

Înainte de a intra în mitocondrie, moleculele de acid piruvic sunt procesate. O enzimă acţionează asupra moleculei de acid piruvic pentru a elibera un atom de carbon sub forma unei molecule de dioxid de carbon. Ceilalţi 2 atomi de carbon rămaşi (grupul acetil) se combină cu o coenzimă numită coenzima A şi formează acetil-CoA (Figura 19.4). În timpul acestui proces sunt transferaţi la NAD electroni şi un ion de hidrogen, pentru a forma NADH cu nivel energetic ridicat. Acetil-CoA este transportată în compartimentul mitocondrial intern, **matricea**.

DE REŢINUT
În ciclul Krebs, din fiecare atom de carbon care intră în ciclu este formată câte o moleculă de CO_2.

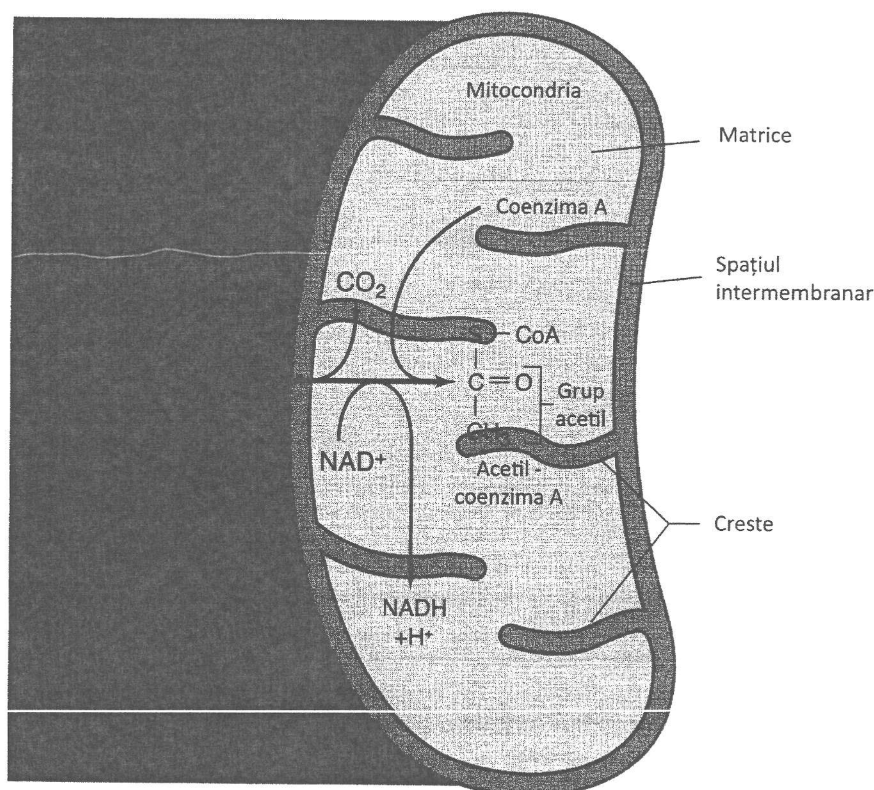


FIGURA 19.4 Formarea acetil-CoA. Acidul piruvic este format din molecule de glucoză în decursul glicolizei ce are loc în citoplasmă. Apoi acidul piruvic pierde un atom de carbon, pentru a forma CO_2 şi se combină cu CoA pentru a forma acetil-CoA care este transportată în compartimentul intern al mitocondriei, matricea. În acest proces este formată o molecula de NADH utilizată pentru transportul electronilor.

Acetil-CoA este pregătită pentru intrare în ciclul Krebs. Se uneşte cu un acid cu 4 atomi de carbon, numit acid oxaloacetic şi rezultă un acid cu 6 atomi de carbon, numit **acidul citric**. Acidul citric suferă o serie de transformări catalizate enzimatic (Figura 19.5). Aceste transformări implică numeroase reacţii chimice produse sub acţiunea enzimelor. În multe din etapele ciclului se eliberează electroni cu nivel energetic ridicat către moleculele NAD. Aceste molecule de NAD primesc, de asemenea, şi protoni şi devin molecule NADH. Într-una din etape, FAD serveşte ca acceptor de electroni şi acceptă doi ioni de hidrogen, devenind $FADH_2$. De asemenea, într-una din reacţii se eliberează suficientă energie pentru a sintetiza o moleculă de ATP. Pentru că sunt două molecule de acid piruvic ce intră în ciclul Krebs, în acest stadiu al respiraţiei celulare, rezultă două molecule de ATP formate dintr-o moleculă de glucoză.

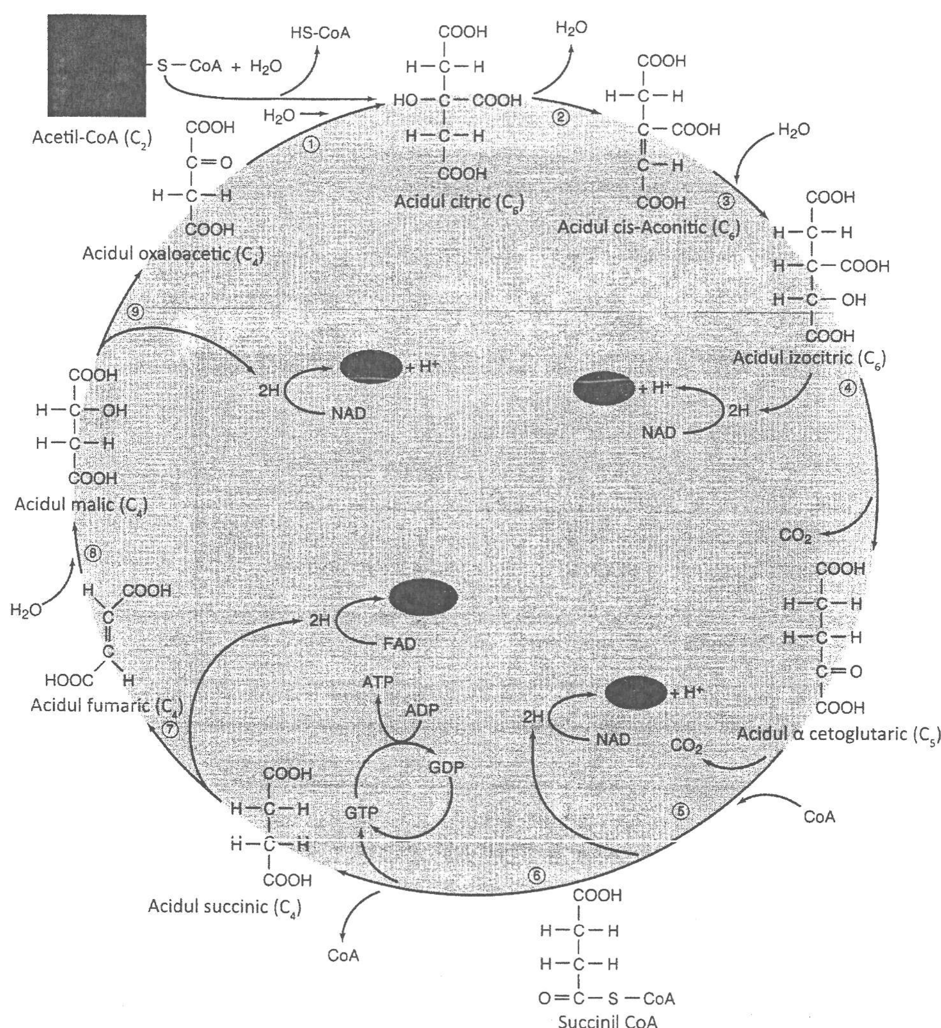


FIGURA 19.5 Ciclul Krebs. Ciclul Krebs este un set complex de reacţii biochimice ce au loc în mitocondria celulei. Observaţi că o moleculă de acetil-CoA intră în ciclu în stânga sus pentru a iniţia procesul. În reacţiile 4, 5 şi 9 se formează molecule de NADH pentru a fi utilizate în transportul electronilor. O molecula de $FADH_2$ se formează în reacţia 7 şi o moleculă de ATP se formează în reacţia 6. Moleculele de dioxid de carbon se formează în reacţiile 4 şi 5. Încă un CO_2 se formează în procesul de sinteză a acetil-CoA (Figura 19.4). Aceste trei molecule de CO_2 reprezintă carbonul din acidul piruvic rezultat din glicoliză şi la origine din glucoză. Moleculele de CO_2 difuzează în afara celulei şi în cele din urmă sunt îndepărtate din organism prin plămâni în timpul expiraţiei.

În reacțiile ciclului Krebs se eliberează cei doi atomi de carbon ai acetil-CoA (Figura 19.5). Fiecare atom este folosit pentru a forma câte o moleculă de CO_2. Deoarece în ciclul Krebs intră două molecule de acetil-CoA și fiecare moleculă are doi atomi de C, rezultă patru molecule de CO_2. Adăugate celor două molecule de CO_2 formate în urma conversiei acidului piruvic în acetil-CoA, în urma ciclului Krebs, rezultă în total 6 molecule de CO_2 ca și gaz rezidual. Aceste 6 molecule de CO_2 reprezintă cei 6 atomi de carbon ai glucozei care a intrat inițial în glicoliză. Moleculele de CO_2 difuzează în afara celulei și sunt transportate la plămâni pentru a fi înlăturate din organism.

La sfârșitul ciclului Krebs, ultimul compus chimic format este acidul oxaloacetic. Acest compus este identic cu acidul oxaloacetic ce inițiază ciclul Krebs. El este gata acum să accepte o nouă moleculă de acetil-CoA pentru a parcurge un nou ciclu Krebs. De notat că, pentru două molecule de acid piruvic metabolizate în ciclul Krebs, s-au format două molecule de ATP, plus patru molecule NADH și două molecule $FADH_2$. Moleculele NADH și $FADH_2$ vor fi acum utilizate în sistemul transportor de electroni.

SISTEMUL DE TRANSPORT AL ELECTRONILOR

Transportul electronilor are loc de-a lungul cristelor mitocondriei, unde sunt localizate coenzimele și citocromii implicați în acest proces. În sistemul de transport al electronilor sunt folosite moleculele de NADH și $FADH_2$, rezultate din ciclul Krebs și glicoliză. Aceste molecule cedează electronii lor unei serii de pigmenți ce conțin fier (citocromi) și altor coenzime. Citocromii și coenzimele își transferă electronii unul altuia și energia din electroni se pierde treptat, dar nu se risipește în mediul înconjurător. În schimb, energia rezultată din transferul electronilor este folosită pentru a pompa protoni prin membrana mitocondriei din compartimentul extern, numit **spațiu intermembranar**, în compartimentul intern, numit **matrice**. Fiecare moleculă de NADH are suficientă energie pentru a transporta trei protoni în compartimentul extern, iar fiecare moleculă de $FADH_2$ are suficientă energie pentru a transporta doi protoni.

Electronii transportați de citocromi și coenzime sunt în final preluați de oxigen printr-o reacție catalizată de enzima **citocrom-oxidază**. Primind doi electroni, atomii de oxigen devin încărcați electric negativ. Pentru a-și echilibra încărcătura electrică, oxigenul va prelua doi protoni din soluție, formând astfel o molecula de **apă** (H_2O). Așadar, apa este un produs rezidual important al metabolismului (Figura 19.6).

Ca și acceptor final de electroni, oxigenul este responsabil de eliminarea electronilor din sistem. Dacă oxigenul nu ar fi disponibil în etapa finală a transportului de electroni, aceștia nu ar putea fi eliberați din coenzime și citocromi și nu ar putea funcționa mai departe. Atunci, energia din electroni nu ar mai putea fi eliberată, pompa de protoni nu ar putea funcționa și ATP-ul nu s-ar mai putea produce. Astfel, respirația este un proces esențial, cu rolul de a introduce oxigenul în corp și de a-l distribui celulelor pentru realizarea respirației celulare.

DE REȚINUT
Oxigenul este receptorul final de electroni în sistemul de transport al electronilor; astfel se produce apa (H_2O).

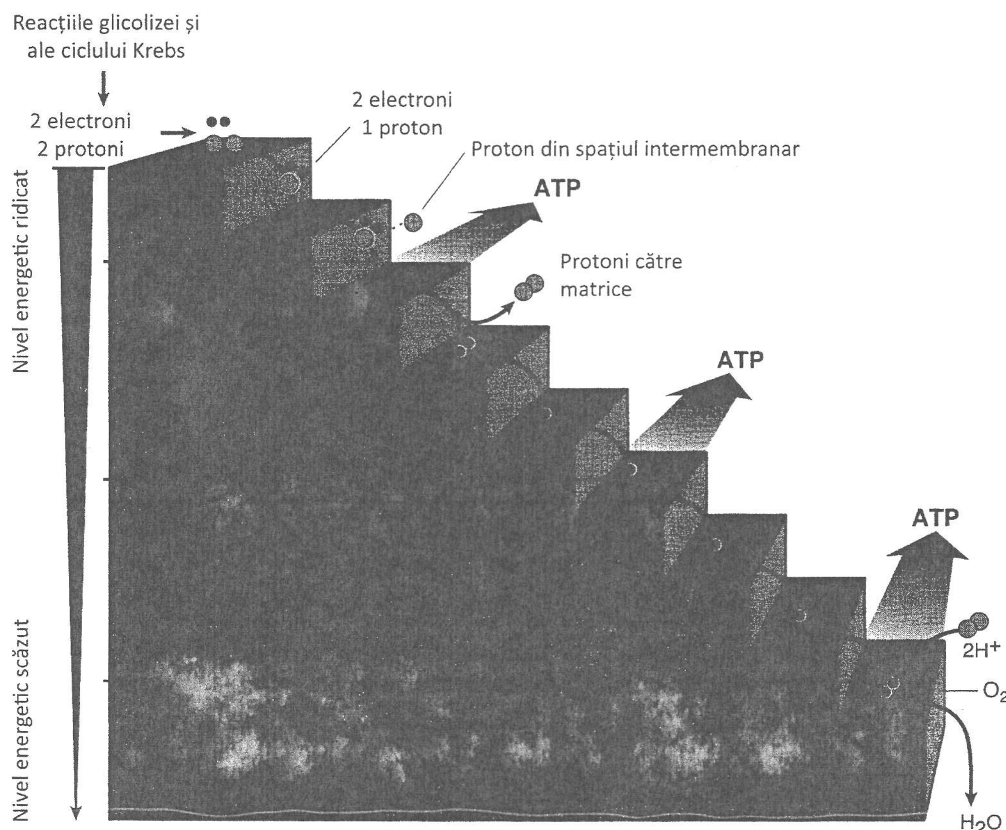


FIGURA 19.6 Transportul electronilor. În timpul acestui proces, electronii sunt eliberaţi din reacţii ce au loc în cursul glicolizei şi a ciclului Krebs. Electronii sunt transferaţi pe moleculele de NAD, FAD şi alţi citocromi şi îşi pierd treptat energia. Această energie este folosită pentru sinteza moleculelor de ATP în procesul chemiosmozei.

CHEMIOSMOZA

Producerea efectivă de ATP în respiraţia celulară are loc prin procesul de chemiosmoză la nivelul **cristelor** mitocondriale. Aşa cum s-a menţionat anterior, chemiosmoza implică pomparea protonilor prin membrana mitocondriei pentru stabilirea unui gradient de protoni. Odată ce gradientul este obţinut protonii trec, conform gradientului, cu ajutorul enzimei **ATP-sintetază**. Această enzimă foloseşte energia protonilor pentru a genera ATP, utilizînd ca substrat ADP şi ioni fosfat (Figura 19.7).

Energia produsă în timpul respiraţiei celulare prin chemiosmoză este substanţială. Astfel, în timpul respiraţiei celulare, dintr-o singură moleculă de glucoză se pot produce în total 34 de molecule de ATP. Două molecule de ATP rezultă din ciclul Krebs şi două sunt produse prin glicoliză, deci în total se formează 38 molecule de ATP. Aceste molecule de ATP pot fi apoi folosite de celulă pentru necesităţile ei energetice (Tabelul 19.2). Ele nu pot fi depozitate pentru o perioadă lungă de timp, iar respiraţia celulară trebuie să continue pentru a regenera moleculele de ATP pe măsură ce ele sunt folosite.

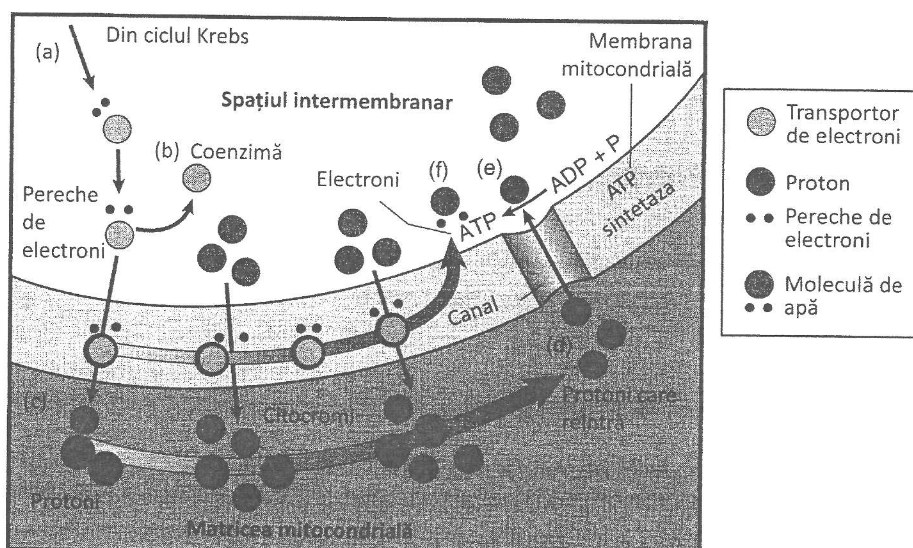


FIGURA 19.7 Chemiosmoza. Enzimele transportoare de electroni ce rezultă din ciclul Krebs (a) inițiază procesul. Electronii sunt eliberați din coenzime (b) și trec printr-o serie de citocromi. Energia este folosită pentru pomparea protonilor prin membrana mitocondrială (c) în compartimentul intern și protonii se adună în acest compartiment. Instantaneu, ei traversează înapoi membrana (d) către compartimentul extern. În acest pasaj, energia fluxului de protoni este folosită (e) pentru sinteza moleculelor de ATP.

TABELUL 19.2 CARACTERISTICILE CĂILOR CELULARE METABOLICE

Proces	Cale	Localizare	Reactanți	Produși
Glicoliza	Glicoliza	Citoplasmă	Glucoza	2 acid piruvic 2 NADH 2 ATP
Fermentația	Sinteza acidului lactic	Citoplasmă	Acid piruvic	Acid lactic
Respirația aerobă și chemiosmoza	Formarea acetil-CoA	Mitocondrie	Acid piruvic	NADH, CO_2, acetil-CoA
	Ciclul Krebs (2 cicluri)	Mitocondrie	Acetil-CoA	2 ATP, 6 NADH, 4 CO_2, 2 $FADH_2$
	Transportul electronilor	Membrană mitocondrială	10 NADH 2 $FADH_2$	34 ATP

FIZIOLOGIA METABOLISMULUI GLUCOZEI

Moleculele de glucoză folosite în respirația celulară sunt absorbite din intestinul subțire în fluxul sanguin (Capitolul 18). Glucoza și alte monozaharide, ca fructoza și galactoza, sunt transportate la ficat prin vena portă. În ficat, fructoza și galactoza sunt transformate tot în glucoză, moleculele acesteia putând fi apoi transportate la toate celulele corpului pentru a fi utilizate în respirația celulară.

La nivelul membranei plasmatice celulare, hormonul **insulină** facilitează trecerea moleculelor de glucoză prin membrana celulelor, prin creşterea afinităţii transportorului membranar pentru moleculele de glucoză. În absenţa insulinei, pacienţii dezvoltă tipul I de diabet zaharat sau insulino-dependent. În tipul II de diabet, celulele nu răspund la stimulul insulinic.

Moleculele de glucoză sunt stocate în ficat sub formă de **glicogen**, atunci când nivelul glucozei sanguine (glicemia) este ridicat. Procesul de formare a glicogenului se numeşte **glicogenogeneză**. Când nivelul glicemiei este scăzut, glicogenul este scindat şi glucoza este eliberată în fluxul sanguin. Acest proces se numeşte **glicogenoliză**. Hormonii glucagon şi epinefrină (adrenalină) accelerează glicogenoliza (produc hiperglicemie).

DE REŢINUT
Glicoliza este prima etapă în respiraţia celulară. Glicogenoliza este catabolismul glicogenului cu eliberare de molecule de glucoză. Gluconeogeneza este producerea de glucoză din aminoacizi.

Moleculele de glucoză pot fi, de asemenea, sintetizate în ficat din surse neglucidice, altele decât glucidele. De exemplu, unii aminoacizi pot fi folosiţi pentru sintetiza glucozei printr-un proces complex. Acest proces de sinteză a glucozei din anumiţi aminoacizi se numeşte **gluconeogeneză** (Figura 19.8). De asemenea, moleculele de glicerol şi acid lactic pot fi transformate în glucoză prin gluconeogeneză.

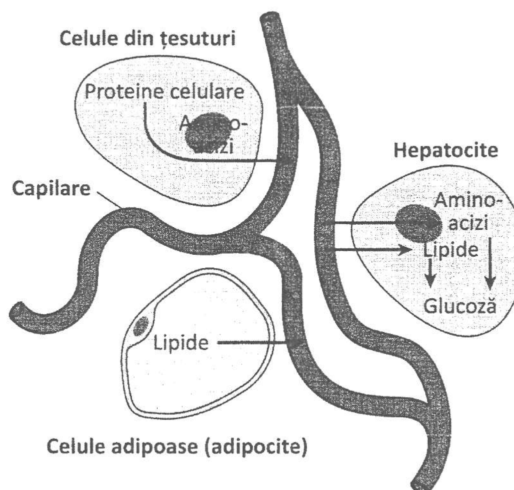


FIGURA 19.8 Gluconeogeneza. Procesul gluconeogenezei transformă molecule neglucidice (non-carbohidraţi) în molecule de glucoză pentru a fi folosite în metabolismul energetic. După cum se observă, în celulele din ţesuturi, proteinele sunt descompuse în aminoacizi, care intră în capilarele sanguine. Lipidele sunt obţinute din celulele adipoase şi sunt transportate împreună cu aminoacizii la ficat. Procesul complex de transformare în molecule de glucoză are loc în ficat.

METABOLISMUL LIPIDELOR ŞI AL PROTEINELOR

În procesul digestiei, trigliceridele (lipide) sunt descompuse în molecule de acizi graşi şi glicerol. În mucoasa intestinală, lipidele şi proteinele formează **chilomicroni**, care sunt picături microscopice de materie grăsoasă ce intră în capilarele limfatice şi în cele din urmă în circulaţia sanguină. Chilomicronii sunt compuşi din trigliceride, colesterol şi fosfolipide.

Majoritatea chilomicronilor sunt captați din sânge de către ficat și țesutul adipos. Enzimele, numite lipaze, descompun trigliceridele și eliberează moleculele de acizi grași liberi și glicerol. Unele dintre aceste molecule sunt recombinate pentru a fi depozitate în țesutul adipos, iar altele sunt metabolizate în ficat, în funcție de cantitatea de lipide ingerată prin dietă.

Pentru a fi transportați la celule, mulți acizi grași sunt legați de molecule de albumină în plasma sanguină. Moleculele de lipide sunt transportate, de asemenea, și ca mici particule ce conțin proteine, numite **lipoproteine**. Lipoproteinele sunt împărțite în trei clase în funcție de densitatea lor. **Lipoproteinele cu densitate foarte mică (very low density lipoproteins VLDL)** conțin aproximativ 60% trigliceride și 15% colesterol. **Lipoproteinele cu densitate mică (low density lipoproteins LDL)** au aproape 50% colesterol, în funcție de consumul alimentar de colesterol și lipide saturate. Un nivel ridicat de LDL semnifică mult colesterol în sânge și un risc crescut de boli coronariene. **Lipoproteinele cu densitate mare (high density lipoproteins HDL)** conțin aproximativ 20% colesterol, circa 5% trigliceride și circa 50% proteine. Aceste lipoproteine transportă colesterolul la ficat pentru a fi metabolizat și elimină trigliceridele și colesterolul din sânge. O concentrație mare de HDL este asociată cu un risc mai scăzut de boală coronariană.

DE REȚINUT
LDL transportă colesterolul de la ficat la celule; nivelul crescut de LDL, dăunează sănătății. HDL transportă colesterolul de la țesuturi la ficat; nivelul scăzut de HDL, dăunează sănătății.

CATABOLISMUL LIPIDELOR

Lipidele sunt descompuse la nivel celular și folosite ca o sursă importantă de energie. În procesul de degradare, molecula de **glicerol** este separată de acizii grași. În citoplasma celulei, enzimele convertesc glicerolul în dihidroxi-aceton-fosfat (DHAP). DHAP este un compus intermediar în procesul glicolizei (Figura 19.3), metabolizarea DHAP continuând până la acid piruvic. Alternativ, molecula de DHAP poate urma o cale care va duce retrograd, prin calea glicolizei, înapoi la glucoză. În acest mod, glicerolul poate fi folosit pentru a sintetiza molecule de glucoză.

Acizii grași sunt metabolizați în mitocondria celulei. Aici, ei sunt convertiți în fragmente de câte 2 unități de carbon (acetil-CoA), printr-un proces cunoscut ca **beta-oxidare**. O singură moleculă de acid gras, conținând 16 atomi de carbon va duce la formarea a opt molecule de acetil-CoA. Fiecare moleculă de acetil-CoA intră apoi în ciclul Krebs (ca și cum ar fi provenit din acid piruvic) și este metabolizată pentru a-și elibera energia. Astfel, energia produsă prin metabolizarea unui acid gras cu 16 atomi de carbon este considerabilă, de circa 88 molecule de ATP.

În timpul catabolismului lipidelor, unele molecule de acetil-CoA se pot combina între ele formând acidul acetoacetic. Această substanță este apoi convertită în molecule de acetonă și molecule de acid beta-hidroxi-butiric. Aceste molecule poartă numele de **corpi cetonici** (sau cetone) deoarece conțin grupări „ceto”(—C=O). În condiții normale, nivelul corpilor cetonici rezultați din catabolismul lipidelor este scăzut, deoarece aceștia sunt rapid convertiți în acetil-CoA. Însă, atunci când

DE REȚINUT
Lipoliza este descompunerea trigliceridelor pentru a produce ATP. Lipogeneza este formarea de trigliceride din glucide și aminoacizi, cu scopul de a stoca energie ce poate fi folosită ulterior.

catabolismul lipidelor este accelerat, ca de exemplu la o persoană cu diabet zaharat, se formează o cantitate mare de corpi cetonici, situație cunoscută sub numele de **cetoacidoză**. Acetona din corpii cetonici produce mirosul caracteristic, de diluant de lac de unghii, al respirației pacientului. Excesul de corpi cetonici crește aciditatea corpului, condiție ce poate determina coma diabetică. Cetoacidoza apare, de asemenea, și în situații de înfometare, când aportul de glucoză este mult redus. O dietă bogată în lipide și săracă în glucide poate, de asemenea, să cauzeze cetoacidoză.

ANABOLISMUL LIPIDELOR

Sinteza lipidelor în cadrul anabolismului se produce din moleculele de acetil-CoA (Figura 19.9). Moleculele de acetil-CoA folosite în sinteză sunt în general obținute din molecule de glucoză, astfel asigurând un mecanism de conversie a moleculelor de glucoză în acizi grași. Enzimele hepatice sunt capabile să transforme un acid gras în altul și să formeze trigliceridele din lipide. Organismul nu poate sintetiza trei acizi grași nesaturați: acidul linolenic, linoleic și arahidonic. Acești acizi grași trebuie obținuți prin dietă și se numesc **acizi grași esențiali**.

Când dieta este bogată în glucide, glucoza este convertită în lipide prin procesul numit **lipogeneză**. Unii aminoacizi pot fi, de asemenea, convertiți în lipide prin intermediarii respirației celulare. În acest mod, lipidele în organism pot proveni fie din glucide, fie din proteine.

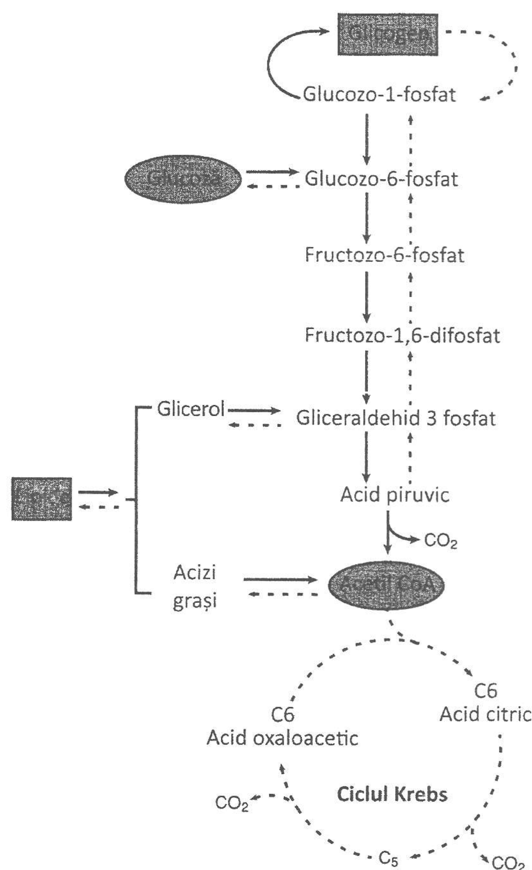


FIGURA 19.9

Unele aspecte ale metabolismului glucozei și lipidelor. Molecule de glucoză pot fi convertite în glicogen astfel: glucoza se transformă mai întâi în glucoză-6-fosfat, apoi aceasta în glucoză-1-fosfat (săgeți continue) și apoi în glicogen. Pentru sinteza lipidelor din glucoză se folosesc glicerol și acizi grași (săgeți întrerupte). Observați cum ambii compuși derivă din compuși ai glicolizei. Pentru degradarea lipidelor (săgeți continue), alte enzime fac ca reacțiile chimice să se desfășoare în sens invers. Schema biochimică arată cum un aport abundent de glucoză poate duce la o creștere a rezervelor de glicogen și de lipide ale corpului.

Un reglator important al metabolismului lipidic este insulina, care previne degradarea lipidelor prin inhibarea enzimelor numite lipaze. Această inhibiţie este anulată în condiţiile deficitului de insulină, cum este cazul persoanelor cu diabet zaharat.

Alţi hormoni stimulează eliberarea acizilor graşi din ţesutul adipos; aceştia includ epinefrina (adrenalina), hormonul de creştere, glucagonul, ACTH-ul şi tiroxina. Impulsurile nervoase ale sistemului nervos simpatic accelerează degradarea lipidelor în ţesutul adipos, în timp ce impulsurile parasimpatice cresc depunerea lipidelor.

METABOLISMUL PROTEINELOR

În organism, proteinele sunt degradate în tractul gastrointestinal în aminoacizii lor componenţi. Aminoacizii sunt apoi absorbiţi din intestin prin mecanismele de transport activ sau difuziune facilitată şi sunt transportaţi la ficat. Aici, ei pot fi integraţi în molecule de proteine sau eliberaţi în circulaţie pentru a fi transportaţi la alte celule. În celule, aminoacizii sunt legaţi împreună într-o anumită secvenţă, care reflectă codul genetic din ADN-ul celulei. Procesul sintezei proteinelor este discutat în Capitolul 3.

Organismul poate utiliza unii aminoacizi ca surse de energie. Transformarea aminoacizilor în compuşi energetici are loc în ficat, mai ales atunci când dieta este bogată în proteine. Procesul de transformare începe cu o etapă numită **dezaminare**. În această reacţie chimică, gruparea amino ($-NH_2$) este desprinsă din aminoacid de către enzima dezaminază şi este folosită pentru a forma o moleculă de amoniac. Molecula de amoniac trece apoi printr-o serie ciclică de reacţii enzimatice numite **ciclul ureei**, unde se uneşte cu molecule de dioxid de carbon pentru a forma **ureea**. Ureea ajunge în sânge şi este eliminată de către rinichi (Capitolul 20).

După ce gruparea amino a fost înlăturată prin dezaminare, în locul acesteia, este adăugat un atom de oxigen (Figura 19.10). Rezultatul este un compus care în mod normal se regăseşte undeva în secvenţa metabolică a glicolizei sau a ciclului Krebs. Această moleculă poate fi utilizată pentru a obţine energie în procesul respiraţiei celulare. Alternativ, aceasta poate fi utilizată pentru a forma molecule de acetil-CoA, care pot fi folosite pentru sinteza de acizi graşi în procesul lipogenezei. De obicei, proteinele sunt folosite ca surse de energie numai după ce s-au epuizat glucidele şi lipidele.

Există anumiţi aminoacizi pe care organismul îi poate sintetiza prin transformarea unui aminoacid în altul în ficat, prin procesul de transaminare. Aceştia sunt **aminoacizii ne-esenţiali**. Unsprezece aminoacizi sunt ne-esenţiali. **Aminoacizii esenţiali** sunt aceia care trebuie obţinuţi din dietă. Aceştia includ: triptofanul, valina, lizina, leucina, izoleucina, metionina şi histidina. Proteinele animale pot conţine aceşti aminoacizi şi sunt considerate **proteine complete**. Din proteinele vegetale lipsesc frecvent unii din aceşti aminoacizi, aceste proteine numindu-se **proteine incomplete**.

Metabolismul proteinelor este reglat de o serie de hormoni, inclusiv de hormonul de creştere, care stimulează transportul activ al aminoacizilor în celule şi folosirea lor de către celule în sinteza proteinelor. Hormonul sexual masculin, testosteronul, şi cel feminin, estrogenul, stimulează, de asemenea, sinteza proteică şi produc creşterea depozitelor de proteine din ţesuturi. Tiroxina creşte rata metabolismului celular şi influenţează sinteza proteinelor, iar glucocorticoizii favorizează degradarea proteinelor în celule.

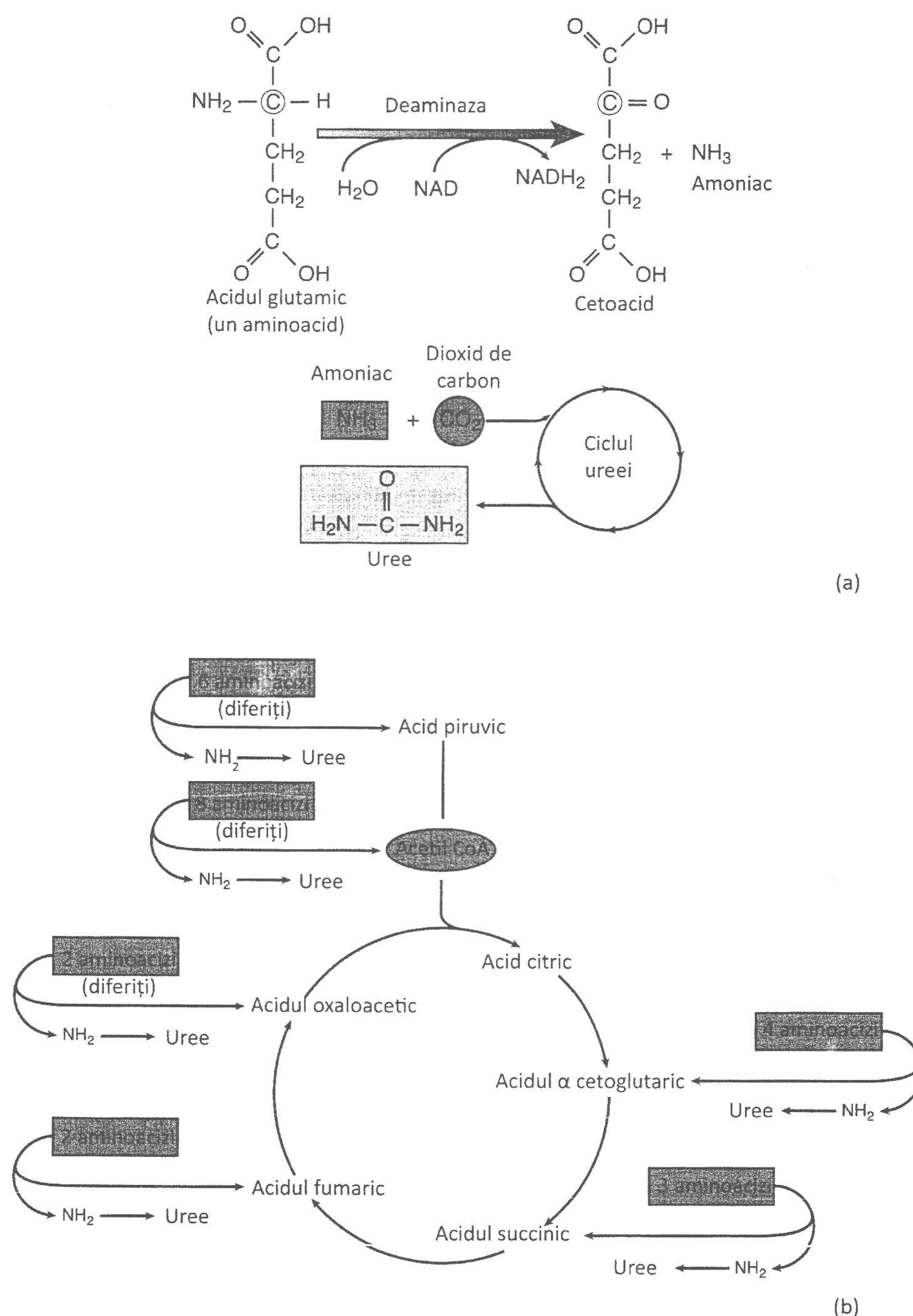


FIGURA 19.10 Secvențe ale metabolismului proteic. (a) Pentru a putea fi utilizate în metabolismul energetic, proteinele sunt mai întâi degradate la aminoacizi. Anumiți aminoacizi sunt apoi convertiți de către enzima dezaminază, în procesul de dezaminare, la un cetoacid care poate fi folosit în glicoliză sau în ciclul Kerbs. Molecula restantă de amoniac este metabolizată în ciclul ornitinei pentru a forma produsul rezidual ureea. (b) Șase aminoacizi diferiți sunt transformați direct sau indirect în acid piruvic, alți opt aminoacizi sunt convertiți la acetil-CoA prin dezaminare, alți doi sunt transformați în acid oxaloacetic, etc. Din fiecare conversie rezultă uree.

STĂRI METABOLICE

Organismul uman se poate afla în două stări metabolice diferite. După consumul unui prânz, organismul este în **stare de absorbţie (postprandială)**, când substanţele nutritive sunt absorbite din tractul gastrointestinal în circulaţia sanguină. Când aceste procese de absorbţie s-au încheiat, organismul intră în **stare postabsorbtivă (de post)** (Figura 19.11). În această fază, necesităţile organismului sunt acoperite doar din substanţele prezente în corp.

În starea de absorbţie, nivelul de insulină este ridicat, organismul transportă moleculele de glucoză în celule şi le utilizează ca sursă principală de energie. Organismul depozitează excesul de glucide ca şi lipide şi glicogen. Ficatul converteşte excesul de glucide în grăsime sau glicogen, şi eliberează cea mai mare parte a lipidelor în circulaţia sanguină pentru a fi transportată la celulele ţesutului adipos. De asemenea, organismul foloseşte aminoacizi pentru sinteza proteinelor şi stochează excesul de aminoacizi tot sub formă de lipide, în timp ce o parte din exces îl transformă în glucide.

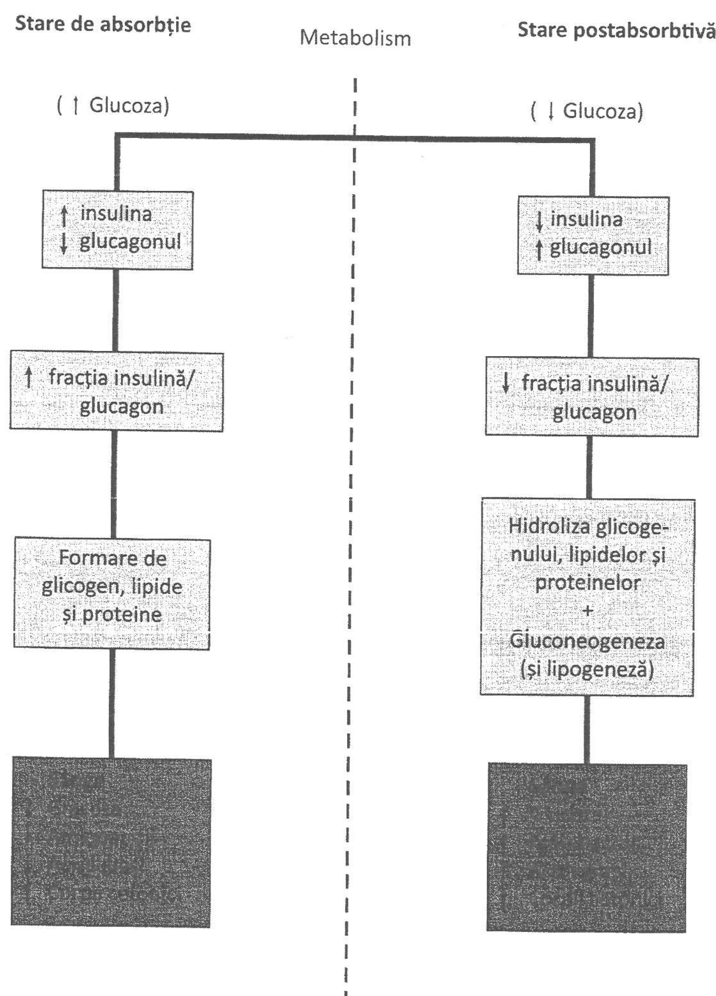


FIGURA 19.11 O comparaţie a nivelului de nutrienţi din sânge în timpul stării de absorbţie (postprandiale) şi a stării postabsorbtive (de post).

În timpul stării postabsorbtive, nivelul glucagonului este ridicat şi organismul menţine nivelul glucozei sanguine în homeostazie. Sursele de glucoză sunt suplimentate, prin căi metabolice care implică degradarea lipidelor şi a glicogenului în ficat. Catabolismul lipidelor şi al aminoacizilor aduce, de asemenea, aport de compuşi energetici. În perioadele de post prelungit, organismul foloseşte în scop energetic proteinele musculare care nu sunt esenţiale pentru funcţionarea celulară.

În cursul acestei stări, aproape toate ţesuturile şi organele depind în primul rând de lipide ca sursă de energie. Acest lucru economiseşte glucoza, pentru ca ea să fie folosită cu predilecţie de către sistemul nervos, care în mod normal utilizează glucoza ca principală sursă de energie. Ficatul foloseşte, de asemenea, acizi graşi, economisind astfel aminoacizii săi pentru a-i folosi în sinteza glucozei. Ca rezultat al acestor adaptări, o persoană poate supravieţui fără aport alimentar multe zile, în condiţiile unei hidratări corespunzătoare.

ALTE ASPECTE ALE METABOLISMULUI

Conceptul vast al metabolismului include utilizarea de către organism a vitaminelor şi a mineralelor, precum şi mecanismul prin care este reglată temperatura corporală.

METABOLISMUL MINERALELOR

Pe lângă compuşii organici, organismul are nevoie şi de câteva elemente anorganice cunoscute sub numele de **minerale**. Ele constituie aproximativ 5% din greutatea corporală şi pot avea funcţii importante cum sunt reglarea diferitelor procese în organism, precum și rolul de a asista activitatea unor enzime. Mineralele menţin, de asemenea, presiunea osmotică a fluidelor corpului; ele sunt frecvent regăsite în combinaţie cu compuşi organici, cum este, de exemplu, fierul în molecula de hemoglobină.

Calciul este important pentru formarea dinţilor şi a oaselor. Este cel mai des întâlnit element mineral din organism şi este necesar pentru coagularea sângelui şi pentru activitatea musculară şi nervoasă normală. **Sodiul** este cel mai des întâlnit ion pozitiv (cation) din fluidele extracelulare. Este important pentru balanţa hidrică a organismului şi are rol în excitabilitatea muşchilor, nervilor şi a ţesutului cardiac. **Potasiul** este cel mai des întâlnit cation intracelular şi influenţează transmiterea impulsurilor nervoase şi contracţia celulelor musculare. **Fosforul** este folosit în formarea oaselor şi a dinţilor şi ca un component al ATP-ului şi acizilor nucleici.

Alte minerale, ca **magneziul** sunt folosite pentru funcţia nervilor şi a celulelor musculare şi în formarea osului. El este, de asemenea, component al multor enzime. **Fierul** este un component al mioglobinei, al hemoglobinei şi al citocromilor folosiţi în transportul electronilor. **Iodul** este folosit de glanda tiroidă pentru producţia tiroxinei şi a altor hormoni implicaţi în controlul metabolic. **Sulful** face parte din structura anumitor aminoacizi şi este găsit în diverse vitamine precum şi în citocromi. **Cuprul** este utilizat în producţia hemoglobinei şi a pigmentului de melanină. **Zincul** este constituentul mai multor enzime şi este esenţial pentru creşterea normală. **Manganul** participă la formarea ureei în ciclul ureei şi este un activator enzimatic. **Cobaltul** este un component al vitaminei B_{12} şi are rol în procesul maturării eritrocitelor.

METABOLISMUL VITAMINELOR

Pe lângă glucide, lipide, proteine şi minerale, organismul necesită şi cantităţi minime de alţi nutrienţi cunoscuţi sub numele de vitamine. **Vitaminele** acţionează, de obicei, ca şi coenzime şi participă astfel în numeroase procese fiziologice. Ele nu pot fi sintetizate de către organism şi trebuie să fie obţinute din surse externe, precum alimentele; ele constituie o componentă *vitală* a dietei.

Vitaminele sunt împărţite în două mari grupe: vitamine hidrosolubile şi vitamine liposolubile. **Vitaminele hidrosolubile** sunt absorbite împreună cu apa din tractul gastrointestinal, în timp ce **vitaminele liposolubile** sunt absorbite odată cu lipidele din alimente. Organismul depozitează cantităţi minime de vitamine hidrosolubile, dar stochează cantităţi mari de vitamine liposolubile, în special vitamina A şi D în ficat.

Dintre vitaminele hidrosolubile face parte **vitamina B_1**, cunoscută cu numele de **tiamină** (Tabelul 19.3). Această vitamină este o coenzimă importantă în metabolismul glucidelor şi este folosită la sinteza acetilcolinei pentru funcţia nervoasă. Deficienţa ei produce boala **beri-beri**, caracterizată prin tulburări digestive, slăbiciune şi atrofie musculară, şi unele paralizii.

TABELUL 19.3 VITAMINELE HIDROSOLUBILE ŞI ROLUL LOR

Vitamina	Rolul metabolic	Simptomele deficienţei
Tiamina (B_1)	Coenzimă în metabolismul glucidelor	Beri-beri, inapetenţă, slăbiciune musculară
Riboflavina (B_2)	Componentă a FAD, coenzimă în respiraţie şi metabolismul proteinelor	Inflamaţie, descuamarea pielii
Piridoxina (B_6)	Coenzimă în metabolismul aminoacizilor şi lipidelor	Anemie, tulburări nervoase
Ciancobalamina (B_{12})	Coenzimă în formarea eritrocitelor şi a acizilor nucleici	Anemie pernicioasă
Niacina (B_3)	Componentă a NAD, coenzimă în metabolismul energetic	Pelagra, fatigabilitate
Acidul ascorbic (C)	Participă la sinteza colagenului în ţesutul conjunctiv	Scorbut, anemie, vindecare lentă a rănilor
Acidul pantotenic	Componentă a coenzimei A, folosit în metabolismul glucidelor şi lipidelor	Similar altor vitamine B
Biotina	Coenzimă adiţională la grupările carboxil	Rare; sunt necesare cantităţi mici
Acidul folic	Coenzimă în formarea nucleotidelor şi a hemoglobinei	Unele tipuri de anemie

Vitamina B_2 este o coenzimă folosită în metabolismul glucidelor şi a proteinelor. Este cunoscută şi sub numele de **riboflavină**. Este utilizată în sinteza coenzimei FAD, iar deficienţa ei produce inflamaţia pielii. Altă vitamină hidrosolubilă, **vitamina B_3, niacina**, este utilizată la formarea coenzimei NAD. Vitamina este cunoscută şi sub numele de **nicotinamidă**. Deficienţa ei duce la **pelagră**, caracterizată prin slăbiciune musculară, diaree şi tulburări mentale. **Vitamina B_6**, cunoscută ca **piridoxină**, este utilizată ca şi

coenzimă în metabolismul aminoacizilor şi lipidelor. Deficienţa ei poate duce la anemie, probleme nervoase, dermatită şi tulburări gastrointestinale. **Vitamina B_{12}**, cunoscută ca şi **ciancobalamină**, este necesară pentru formarea eritrocitelor şi pentru intrarea unor aminoacizi în ciclul de creştere. Deficienţa ei duce la **anemie pernicioasă**.

Acidul pantotenic este o vitamină ce serveşte ca şi componentă esenţială a moleculei de coenzimă A. El este implicat în intrarea acidului piruvic în ciclul Krebs. Deficienţa lui duce la slăbiciune musculară, spasme şi degenerescenţă neuro-musculară. **Acidul folic** participă la sinteza acizilor nucleici şi a hemoglobinei, împreună cu alte enzime implicate în aceste procese. Intervine, de asemenea, în formarea eritrocitelor şi a leucocitelor, iar deficienţa lui poate duce la anemie. **Biotina** este folosită ca şi coenzimă pentru ataşarea grupărilor organice în timpul sintezei acizilor graşi şi pentru metabolismul acizilor nucleici. **Vitamina C**, cunoscută ca **acid ascorbic**, ajută metabolismul proteinelor şi este necesară pentru sinteza colagenului în timpul formării ţesutului conjunctiv. Deficienţa ei duce la **scorbut**, alterarea formării ţesutului conjunctiv, întârzierea vindecării rănilor şi chiar la fracturi osoase.

Vitaminele liposolubile includ **vitamina A**, cunoscută sub numele de retinol. Ea este utilizată în formarea pigmentului vizual rodopsină. Deficitul de vitamină A duce la alterarea vederii în lumină slabă sau nictalopie. Este folosită, de asemenea, la creşterea osoasă şi a dinţilor şi la întreţinerea celulelor epiteliale. **Vitamina D** (calciferolul) este o altă vitamină liposolubilă. Este folosită în absorbţia calciului şi a fosforului din tractul gastrointestinal. La copii, deficienţa vitaminei D conduce la sinteză osoasă deficitară, afecţiune cunoscută sub denumirea de **rahitism**. **Vitamina E**, sau tocoferolul, este folosită la formarea eritrocitelor, deficienţa ei putând duce la anemie, însoţită de liză eritrocitară. **Vitamina K** este folosită de organism ca şi coenzimă şi este necesară pentru sinteza protrombinei în ficat (Tabelul 19.4). Deficienţa acestei vitamine duce la probleme de coagulare şi sângerare excesivă. Bacteriile găsite în mod normal în partea terminală a tractului gastrointestinal sintetizează această vitamină.

TABELUL 19.4 VITAMINELE LIPOSOLUBILE ŞI ROLUL LOR

Vitamina	Rolul fiziologic	Simptomele deficienţei
A (Retinol)	Contribuie la refacerea pigmenţilor vizuali de la nivelul ochilor	Nictalopie, uscăciunea mucoaselor corpului
D (Calciferol)	Absorbţia calciului şi fosforului; formarea oaselor şi a dinţilor	Rahitism, în special la copii
E (Tocoferol)	Protejează celulele sanguine de liză	Liza celulelor roşii sanguine, anemie
K	Folosită în sinteza protrombinei, necesară în coagulare	Sângerare excesivă, mai ales la nou-născuţi; coagulare deficitară

RATA METABOLICĂ

Rata metabolică reprezintă măsurarea energiei cheltuite de organism într-o perioadă de timp. Rata metabolică se măsoară în general când organismul este în repaus şi nemâncat. În aceste condiţii, nu se stochează energie şi singura activitate efectuată de organism este activitatea internă. Consumul energetic al organismului este proporţional cu căldura produsă de organism.

Producția de căldură a corpului poate fi măsurată direct sau indirect. Pentru măsurarea directă se folosește un dispozitiv numit **calorimetru**. Acest dispozitiv constă într-o cameră izolată în care este plasat subiectul. Căldura produsă de subiect încălzește aerul din cameră și se va măsura rata creșterii temperaturii. Metoda indirectă de măsurare a producției de căldură de către corp constă, în măsurarea ratei consumului de oxigen de către organism.

În scopuri comparative, ratele metabolice se măsoară adesea în condiții postabsorbtive (de post), în condiții standard concepute pentru a elimina cele mai multe variabile. În aceste condiții, **rata metabolismului bazal (RMB)** este consumul de energie pe unitate de timp și pe kilogram corp în condiții bazale. RMB reprezintă energia minimă necesară pentru respirație, circulație, digestie și alte activități ale corpului în stare de veghe. RMB este influențată de hormoni (de exemplu hormonii tiroidieni care cresc metabolismul celular), de dimensiunea și suprafața corporală (dimensiune corporală mai mare - RMB scăzută), vârstă (RMB crescută în copilărie), sex (bărbații au o RMB ușor mai crescută decât femeile) și de temperatura corporală (RMB crescută în caz de temperatură crescută).

După ingerarea unui prânz tipic, metabolismul crește cu 10-20 de procente. Această accelerare a metabolismului se numește **efect termic al alimentelor**. Efectul proteinelor este mai mare decât al glucidelor sau lipidelor, de aceea un prânz bogat proteic crește uțor rata metabolică datorită procesării ceva mai intense a acestor nutrienți de către organism.

Când valoarea energetică a alimentelor ingerate este egală cu energia cheltuită în decursul activității organismului, greutatea corporală rămâne constantă. Valoarea energetică a alimentelor se măsoară în kilocalorii/gram. O kilocalorie este cantitatea de căldură necesară pentru a crește temperatura unui gram de apă cu 1^0C.

REGLAREA TEMPERATURII CORPORALE

Corpul uman produce propria cantitate de căldură și își menține constantă temperatura. Temperatura normală, măsurată matinal în condiții standard în cavitatea orală, este de aproximativ 36,7°C sau 98,6° F. Poate varia în funcție de activitatea persoanei, perioada din zi și locația unde se măsoară temperatura.

Temperatura corporală este rezultatul producerii de căldură în decursul metabolismului și a pierderii de căldură. Câteva mecanisme contribuie la pierderea de căldură a corpului înspre mediul înconjurător. Unul din acestea este **radiația**, un proces prin care căldura este pierdută sub forma radiațiilor infraroșii. Un alt mecanism este **evaporarea** din timpul transpirației și perspirației. Un al treilea mecanism, **conducția**, este procesul prin care energia este transferată de la atom la atom în urma contactului direct dintre două obiecte. Acest transfer apare între suprafața corpului uman și diferite obiecte din mediul înconjurător, cum ar fi aerul sau apa. Al patrulea mecanism, **convecția**, apare când moleculele de aer ating corpul și primesc căldura prin conducție. Apoi, aceste molecule sunt îndepărtate și sunt înlocuite de alte molecule care la rândul lor primesc căldură de la suprafața corpului. Procesul aduce constant alte molecule de aer sau apă în contact cu corpul. Curenții de aer, cum este vântul, accentuează acest proces.

Reglarea temperaturii corporale depinde în mare parte de activitatea centrului termoreglator din **hipotalamus**. Neuronii din hipotalamus funcţionează ca un termostat. Când temperatura corpului scade sub o anumită valoare setată (ce reprezintă temperatura normală), centrul hipotalamic transmite impulsuri pentru conservarea căldurii în corp, iar când temperatura în organism se ridică peste valoarea setată, centrul trimite impulsuri pentru a facilita pierderile de căldură.

Stimulii aferenţi către centrul hipotalamic, sunt generaţi de receptorii de temperatură din piele şi unele mucoase. Aceştia sunt numiţi **receptorii termici periferici**. Alţi receptori din hipotalamus numiţi **receptorii termici centrali** detectează, de asemenea, modificări ale temperaturii sângelui. Receptori termici centrali se găsesc şi în măduva spinării, organele abdominale şi alte structuri interne.

Febra este o creştere a temperaturii corporale peste nivelul normal, rezultat al unui stress fiziologic, cum este reacţia alergică sau inflamaţia. Substanţele numite **pirogene** acţionează asupra hipotalamusului şi setează termostatul la temperaturi mai înalte. Tremurăturile, vasoconstricţia şi frisoanele reflectă încercarea organismului de a atinge acele temperaturi înalte prin conservarea căldurii. Când substanţele pirogene nu îşi mai exercită efectul, febra dispare, transpiraţia şi vasodilataţia produc pierdere de căldură şi temperatura corpului revine la nivelul normal.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Completare: *Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.*

1. Când o celulă are nevoie de energie, ea utilizează ca sursă imediată de energie o moleculă numită ________________.

2. NAD şi FAD sunt substanţe organice care acţionează împreună cu enzimele şi sunt cunoscute ca şi ________________.

3. Citocromii şi coenzimele lucrează împreună pentru a transfera electroni, într-un sistem cunoscut ca ________________.

4. Producţia de ATP are loc în cursul unui proces în care protonii sunt transportaţi transmembranar, într-o structură celulară numită ________________.

5. Principalul glucid folosit de organism ca sursă de energie este ________________.

6. În procesul de respiraţie celulară, unul din produşii reziduali este gazul numit ________________.

7. În cursul respiraţiei celulare, gazul folosit ca acceptor de electroni este ________________.

8. În procesul de glicoliză, glucoza este scindată în două molecule de ________________.

9. Pentru realizarea glicolizei, energia necesară trebuie furnizată de molecula de ________________.

10. Deoarece glicoliza nu necesită oxigen, este considerată a fi un proces ________________.

11. Câştigul net, ce rezultă din glicoliză, este de ________________ molecule de ATP.

12. La nivelul fibrei musculare în activitate, în condiţiile unui aport insuficient de oxigen, acidul piruvic rezultat din glicoliză poate fi convertit în ________________.

13. Enzimele necesare reacţiilor din ciclul Krebs se află în compartimentul intern al mitocondriei, cunoscut ca ________________.

14. Transportul electronilor se desfăşoară în pliurile membranei interne mitocondriale, numite ________________.

15. Un acid important cu 6 atomi de carbon format în prima fază a ciclului Krebs este ________________.

16. În timpul ciclului Krebs, un număr de reacţii au drept consecinţă transformarea NAD în ________________.

17. Din fiecare atom de carbon care intră în ciclul Krebs, se formează o moleculă de ________________.

18. Ultimul compus chimic format în ciclul Krebs, care este şi primul din ciclul următor este ________________.

19. După ce un atom de oxigen acceptă electroni în cursul procesului de transport al electronilor, el dobândeşte doi protoni şi formează o moleculă de ________________.

20. Energia eliberată din transportul electronilor este folosită la pomparea protonilor prin membranele mitocondriale în procesul de ________________.

21. Hormonul care stimulează preluarea glucozei de celulele organismului este ________________.

22. Când în organism apare un exces de glucoză, acesta poate fi stocat în ficat sub formă de ________________.

23. Când nivelul glucozei este scăzut în sânge, organismul degradează glicogenul şi eliberează glucoza printr-un proces numit ________________.

24. O cantitate mică de colesterol, provenit direct din dietă, este transportat în fluxul sanguin sub formă de lipoproteine cunoscute ca ________________.

25. O incidență crescută a bolii coronariene este asociată cu concentrații plasmatice crescute ale lipoproteinelor ce conțin aproape 50% colesterol și sunt cunoscute ca ________________.

26. În cursul degradării lipidelor, acizii grași sunt convertiți în molecule cu 2 atomi de carbon numite ________________.

27. În metabolismul lipidelor, glicerolul din trigliceride poate fi utilizat ca sursă de energie după ce a fost convertit în ________________.

28. Procesul de catabolizare a lipidelor duce la condensarea moleculelor de acetil-CoA pentru a se produce acid acetoacetic care este apoi convertit în molecule numite ________________.

29. Dintre acizii grași nesaturați ce nu pot fi sintetizați de organism fac parte: acidul linolenic, acidul linoleic și ________________.

30. Când dieta conține o cantitate mare de glucide, glucoza este transformată în lipide prin procesul de ________________.

31. În procesul dezaminării, aminoacizii sunt transformați în compuși care pot fi folosiți pentru a furniza ________________.

32. Un produs important al metabolismului aminoacizilor este un reziduu eliminat de către rinichi, numit ________________.

33. Aminoacizii esențiali se obțin din ________________.

34. Proteina care conține toți aminoacizii esențiali este cunoscută ca ________________.

35. Organismul folosește glucide ca sursă principală de energie și aminoacizi pentru sinteza proteinelor, și depozitează lipidele sub formă de țesut adipos în cursul stării metabolice cunoscută ca ________________.

36. Țesuturile corpului depind în primul rând de lipide ca sursă de energie, iar glicogenul este folosit ca sursă de energie în cursul stării cunoscută ca ________________.

37. Mineralul necesar pentru coagularea sângelui și activitatea normală a mușchilor și nervilor, precum și pentru formarea oaselor și dinților este ________________.

38. Mineralul, care este parte componentă a moleculei de hemoglobină și a citocromilor folosiți în transportul electronilor, este ________________.

39. Cel mai abundent ion din lichidul extracelular, încărcat pozitiv și folosit în menținerea balanței hidrice a organismului și în conducerea impulsurilor nervoase este ________________.

40. Boala beri-beri este consecința deficitului de vitamina B_1, cunoscută și sub numele de ________________.

41. Vitamina folosită în sinteza FAD este vitamina B_2, numită și ________________.

42. Un deficit al vitaminei B_{12} duce la o boală a sângelui numită ________________.

43. Vitamina care stimulează metabolismul proteinelor și depunerea de colagen în cursul formării țesutului conjunctiv este acidul ascorbic, numit și ________________.

44. Vitamina D, liposolubilă, stimulează absorbția fosforului și a calciului din ________________.

45. Consumul de energie al corpului, în unitatea de timp și în condiții bazale este ________________.

46. După ingerarea unui prânz tipic, metabolismul se accelerează prin procesul numit ________________.

47. Căldura se pierde din organism în cursul transpirației și expirației în procesul de ________________.

48. Reglarea temperaturii corporale se face prin activitatea centrului termoreglator aflat într-o structură a creierului numită ________________.

49. Moleculele de aer și apă preiau căldura din corp prin conducție și apoi sunt îndepărtate pentru a fi înlocuite de alte molecule în procesul de ________________.

50. Acele substanțe care cresc temperatura normală a corpului și produc febră se numesc ________________.

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Când organismul folosește ATP ca sursă de energie, molecula de ATP își eliberează energia și se descompune în
   A. adenină și fosfor
   B. adenozin-difosfat și un ion fosfat
   C. fosfor și adenozin-monofosfat
   D. fosfor și molecule de adenină

2. Funcția coenzimelor în metabolismul celular este de a
   A. accepta electroni și a-i transmite altor molecule
   B. servi ca și surse de energie
   C. participa în reacțiile chemiosmozei
   D. înlocui citocromii

3. Următoarele afirmații referitoare la procesul de glicoliză sunt adevărate, *cu excepția*
   A. glucoza este degradată la acid piruvic
   B. ATP trebuie să fie furnizat procesului
   C. există un câștig net de două molecule de ATP
   D. acidul citric este un component important al procesului

4. Glicoliza este considerată un proces anaerob pentru că
   A. oxigenul nu este implicat în proces
   B. nu se eliberează energie în decursul procesului
   C. nu se produce acid piruvic în decursul procesului
   D. nu se folosesc enzime în decursul procesului

5. Înainte de a intra în ciclul Krebs, compusul acid piruvic este transformat în
   A. acid citric
   B. acid oxaloacetic
   C. acetil-CoA
   D. NAD

6. În interiorul celulei, reacţiile chimice din ciclul Krebs se desfăşoară în
   A. lizozomi
   B. corpi Golgi
   C. reticulul endoplasmic
   D. mitocondrii

7. Toate reacţiile ciclului Krebs sunt
   A. catalizate de către enzime
   B. desfăşurate în citoplasmă
   C. dependente de un aport de ATP
   D. realizate în lizozomi

8. În ciclul Krebs, atomii de carbon proveniţi din moleculele de glucoză sunt eliberaţi sub formă de
   A. molecule de glicogen
   B. molecule de dioxid de carbon
   C. molecule de FAD
   D. electroni

9. În reacţiile ciclului Krebs, electronii sunt acceptaţi pentru transfer de către
   A. protoni şi neutroni
   B. NAD şi FAD
   C. ATP şi ADP
   D. MNF şi MNG

10. Atomii de oxigen servesc în procesul respiraţiei celulare ca
   A. producători de dioxid de carbon
   B. coenzime şi cofactori
   C. surse de molecule de NAD
   D. acceptori finali de electroni

11. Prin ciclul Krebs, dintr-o moleculă de glucoză se obţine suficientă energie pentru a sintetiza
   A. 34 molecule de ATP
   B. 10 molecule de apă
   C. 29 molecule de NAD
   D. 15 molecule de glucoză

12. În procesul gluconeogenezei
    A. molecule de glucoză sunt formate din aminoacizi
    B. molecule de glicogen sunt formate din glucoză
    C. moleculele de glicogen sunt scindate pentru a elibera glucoză
    D. moleculele de glicogen sunt scindate şi se sintetizează grăsimi

13. Hormonul insulină este esenţial pentru metabolismul adecvat al
    A. colesterolului în celulă
    B. lipidelor în ficat
    C. glucozei în celulele din ţesuturi
    D. ionilor de sodiu şi potasiu în celulele nervoase

14. O concentraţie crescută de lipoproteine cu densitate mare (HDL) este asociată cu o
    A. incidenţă ridicată a bolilor cardiace
    B. rată înaltă a transferului impulsului nervos
    C. incidenţă mică a bolilor cardiace
    D. rată scăzută a transferului impulsului nervos

15. Acizii graşi intră în ciclul Krebs ca şi molecule de
    A. acid glutamic
    B. acetil-CoA
    C. acid acetoacetic
    D. uree

16. Un nivel crescut de corpi cetonici în fluxul sanguin reflectă o rată înaltă a
    A. glicogenolizei
    B. catabolismului lipidelor
    C. utilizării aminoacizilor
    D. absorbţiei mineralelor

17. Hormonii: epinefrina, hormonul de creştere, glucagonul şi insulina, au cu toţii efect în
    A. metabolismul lipidelor
    B. transportul vitaminei A
    C. producţia de apă în ciclul Krebs
    D. absorbţia sodiului în rinichi

18. Pentru a fi utilizat în metabolismul energetic, un aminoacid trebuie să fie modificat prin
    A. adăugarea unei grupări acid suplimentare
    B. adăugarea unui atom de calciu suplimentar
    C. îndepărtarea unui grup amino
    D. îndepărtarea porţiunii de coenzimă din el

19. Aminoacizii neesenţiali sunt aceia care
    A. sunt absorbiţi din intestin
    B. sunt sintetizaţi din molecule de glucoză
    C. sunt produşi ai metabolismul lipidelor
    D. pot fi sintetizaţi în organism

20. În timpul stării de absorbție au loc următoarele procese, *cu excepția*
    A. organismul folosește aminoacizi pentru sinteza proteinelor
    B. majoritatea grăsimilor sunt depozitate ca țesut adipos
    C. glucidele sunt folosite ca principală sursă de energie
    D. glicogenul este folosit pentru necesitățile energetice ale organismului

21. Atât calciul și cât și fosforul sunt folosiți pentru
    A. a ajuta transmiterea impulsului nervos
    B. formarea dinților și a oaselor
    C. menținerea balanței hidrice a organismului
    D. sinteza hemoglobinei

22. Aportul de iod prin dietă este important, acesta fiind folosit de
    A. pancreas
    B. celule sanguine ce conțin hemoglobină
    C. celule care sintetizează anumiți aminoacizi
    D. glanda tiroidă

23. Următoarele afirmații se referă la vitamine, *cu excepția*
    A. multe vitamine îndeplinesc funcția de coenzime
    B. vitaminele liposolubile includ vitaminele A și D
    C. deficiența niacinei duce la boala beri-beri
    D. acidul folic participă la sinteza acizilor nucleici

24. Cantitatea minimă de energie necesară pentru desfășurarea respirației, circulației, digestiei și altor activități ale corpului în stare de veghe reprezintă
    A. rata metabolismului bazal
    B. statusul postabsorbtiv
    C. activitatea dinamică specifică
    D. limita inferioară a metabolismului

25. Radiația, evaporarea și convecția participă la controlul
    A. ciclului Krebs
    B. necesităților minerale ale organismului
    C. temperaturii corporale
    D. metabolismului vitaminelor în corp

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația dacă este adevărată. Dacă este falsă, schimbați cuvântul subliniat pentru a o face corectă.*

1. În reacțiile celulare ale metabolismului, fiecare reacție de oxidare este însoțită de una de reducere.

2. Un mol de adenozintrifosfat poate fi descompus cu eliberarea a 38 calorii de energie.

3. Funcția citocromilor în metabolismul celular este de accepta și de a ceda protoni în timpul transferului de energie între molecule.

4. Produsul rezidual gazos al respiraţiei celulare este <u>oxigenul</u>.

5. În procesul de glicoliză, o moleculă de glucoză este metabolizată printr-o serie de reacţii enzimatice şi rezultă două molecule de acid <u>acetic</u>.

6. Glicoliza are loc în <u>mitocondriile</u> celulelor umane.

7. Un alt nume al ciclului Krebs este <u>ciclul acidului citric</u>, pentru că în timpul procesului se formează acid citric.

8. Cele 6 molecule de dioxid de carbon rezultate prin respiraţia celulară conţin cei 6 atomi de carbon ai <u>glucozei</u> care iniţial a început procesul.

9. Energia utilizată pentru a sintetiza molecule de ATP, este energia eliberată de mişcarea protonilor în procesul de <u>glicoliză</u>.

10. În timpul procesului de <u>glicogenoliză</u>, moleculele de glucoză sunt legate una de alta pentru a fi stocate în ficat.

11. Picăturile microscopice de grăsimi alimentare care intră în capilarele limfatice şi în circulaţia generală se numesc <u>chilomicroni</u>.

12. Un nivel ridicat de lipoproteine cu densitate <u>mare</u> arată că o cantitate mare de colesterol este transportată în sânge, iar acest lucru este asociat cu o incidenţă mare a bolii coronariene.

13. În timpul degradării lipidelor, glicerolul din moleculele de lipide este convertit la acetil-CoA, pentru a intra apoi în ciclul Krebs.

14. Când catabolismul lipidelor este accelerat, organismul formează un număr mare de corpi <u>aldehidici</u>, care se acumulează în fluxul sanguin.

15. Dintre acizii graşi nesaturaţi care nu pot fi sintetizaţi de organism fac parte acidul linoleic, linolenic şi <u>arahidonic</u>.

16. În procesul de dezaminare, grupările amino ale aminoacizilor sunt îndepărtate şi folosite pentru a forma molecule de <u>glucoză</u>, care sunt apoi metabolizate pentru a forma uree.

17. Proteinele <u>animale</u> sunt în general considerate proteine incomplete pentru că le lipsesc câţiva aminoacizi esenţiali.

18. În timpul stării postabsorbtive, organismul utilizează aminoacizi pentru <u>metabolismul energetic</u> şi depozitează excesul sub formă de lipide (grăsimi).

19. În timpul fazei postabsorbtive, aproape toate ţesuturile şi organele depind în primul rând de <u>proteine</u> ca sursă de energie.

20. <u>Fierul</u> este necesar organismului pentru formarea hemoglobinei şi pentru sinteza citocromilor folosiţi în transportul electronilor.

21. Vitamina riboflavină este esenţială în dietă pentru că este folosită la formarea <u>NAD</u>.

22. Sinteza protrombinei în ficat necesită prezenţa vitaminei E.
23. Un dispozitiv numit sfigmomanometru este folosit pentru determinarea ratei metabolismului bazal al unui individ.
24. O cantitate mare de căldură este produsă în organism în timpul descompunerii alimentelor şi în timpul activităţii celulelor epiteliale.
25. Centrul major de reglare a temperaturii corporale este o parte componentă a creierului, cunoscută sub numele de hipotalamus.

SECŢIUNEA D - Studiu de caz

Fred este obez şi doreşte să slăbească. Timp de cinci zile a consumat o dietă săracă în glucide (carbohidraţi), apoi şi-a vizitat părinţii. Mama lui Fred a simţit un miros ciudat al respiraţiei lui Fred, asemănător cu diluantul ei pentru lacul de unghii. Era sigură că fiul ei foloseşte droguri. Ce ar trebui sa-i explice Fred mamei lui în legătură cu noul miros al respiraţiei lui? Credeţi că Fred a pierdut în greutate?

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A – Completare

1. adenozin trifosfat (ATP)
2. coenzime
3. sistemul de transport al electronilor
4. mitocondrie
5. glucoza
6. dioxid de carbon
7. oxigenul
8. acid piruvic
9. ATP
10. anaerob
11. două
12. acid lactic
13. matrice
14. criste
15. acidul citric
16. NADH
17. dioxid de carbon
18. acidul oxaloacetic
19. apă
20. chemiosmoză
21. insulina
22. glicogen
23. glicogenoliză
24. lipoproteine cu densitate foarte mică (VLDL)
25. lipoproteine cu densitate mică (LDL)
26. acetil-CoA
27. DHAP
28. corpi cetonici
29. acidul arahidonic
30. lipogeneză
31. energie
32. uree
33. dietă
34. proteină completă
35. stare de absorbţie
36. stare postabsorbtivă
37. calciul
38. fierul
39. sodiul
40. tiamină
41. riboflavină

42. anemie pernicioasă
43. vitamina C
44. tractul gastrointestinal
45. rata metabolismului bazal
46. efect termic al alimentelor
47. evaporare
48. hipotalamus
49. convecție
50. pirogene

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere:

1. B
2. A
3. D
4. A
5. C
6. D
7. A
8. B
9. B
10. D
11. A
12. A
13. C
14. C
15. B
16. B
17. A
18. C
19. D
20. D
21. B
22. D
23. C
24. A
25. C

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. A
2. 7,3 kilocalorii
3. electroni
4. dioxidul de carbon
5. piruvic
6. citoplasma
7. A
8. A
9. chemiosmoză
10. glicogenogeneză
11. A
12. mică
13. acidul gras
14. cetonici
15. A
16. amoniac
17. vegetale
18. sinteza proteinelor
19. lipide (grăsimi)
20. A
21. FAD
22. K
23. calorimetru
24. mușchilor
25. A

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

Fred este în cetoacidoză datorită arderii lipidelor (grăsimilor) pentru generare de energie. Corpii cetonici generează mirosul de acetonă din respirație. Da, pierde în greutate, ca dovadă că arde atât de multe lipide încât este în cetoacidoză.

20



Sistemul urinar

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă sintetic sistemul urinar şi formarea urinei şi a altor excreţii. Parcurgând acest capitol, veţi învăţa să:

- descrieţi rinichii, nefronii şi formarea urinei;
- explicaţi filtrarea glomerulară;
- prezentaţi sintetic reabsorbţia tubulară;
- explicaţi modul în care mecanismul contracurent reglează concentraţia şi volumul urinei;
- descrieţi procesele secreţiei tubulare şi sediul principal al secreției;
- identificaţi efectele hormonilor asupra compoziţiei urinei;
- identificaţi caracteristicile urinei;
- identificaţi proprietăţile ureterelor, ale vezicii urinare şi ale uretrei, inclusiv diferenţele între sexe;
- prezentaţi pe scurt alte organe excretorii;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

derivat din plasmă şi obţinut prin filtrare glomerulară. Filtratul intră în tubi, unde este modificat prin reabsorbţia substanţelor necesare organismului şi excreţia celor inutile (Figura 20.3). Filtratul obţinut în urma acestor modificări este **urina**.

Sângele arterial pătrunde în rinichi prin **artera renală**. Această arteră se divide apoi în artere mai mici, care trec prin medulara renală. Arterele mici dau naştere la artere şi mai mici, care pătrund în cortexul renal. Acestea din urmă se divid în numeroase **arteriole aferente** vizibile doar microscopic.

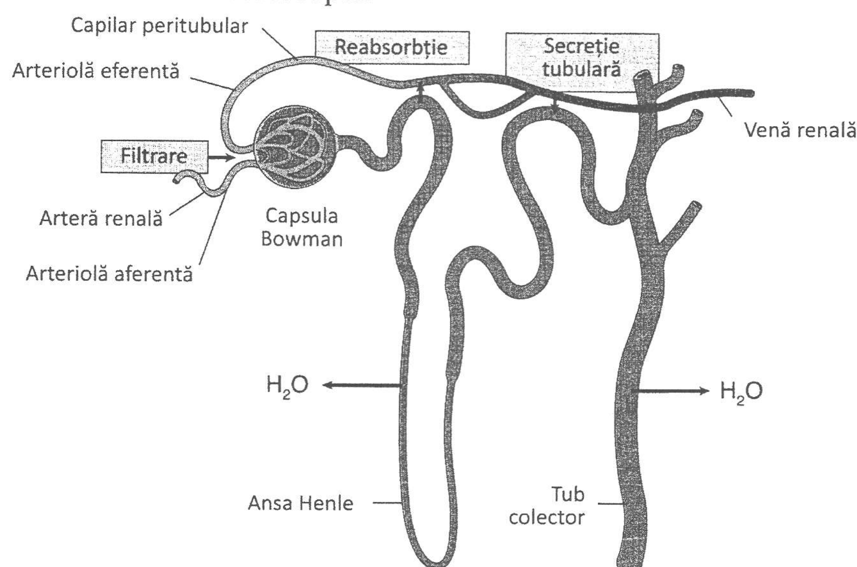


FIGURA 20.3 O schemă simplificată a funcției nefronului. În timpul procesului de filtrare, fluidul trece din sânge în capsula Bowman. În timpul procesului de reabsorbție, substanțele trec din filtrat în capilarele peritubulare ce iau naștere din arteriola eferentă. Fluidul trece apoi prin ansa Henle şi, prin excreţie tubulară, primeşte mai multe substanţe, din capilarele peritubulare. Sângele trece apoi într-o venă, în timp ce fluidul rezultat (numit acum urină) este preluat de tubul colector.

STRUCTURA NEFRONULUI

Arteriolele aferente microscopice se termină într-o reţea de capilare numită **glomerul**. Fiecare nefron prezintă un glomerul. La nivelul glomerulului, plasma sanguină trece prin pereţii permeabili ai **capsulei glomerulare (Bowman)** (Tabelul 20.1). Sângele va părăsi glomerulul renal prin intermediul **arteriolei eferente**. Arteriola eferentă formează, apoi, o reţea de capilare numită **reţeaua capilarelor peritubulare**. Acestea sunt dispuse în jurul tubilor nefronului, aspect care va fi discutat în paragraful următor. Ulterior capilarele peritubulare drenează în vene mici, care apoi se unesc pentru a forma vene mai mari. Venele mai mari formează în cele din urmă **vena renală**, care drenează sângele din rinichi.

Porţiunea tubulară a unui nefron este alcătuită din mai multe structuri: capsula, ce înconjoară glomerulul, tubul contort proximal, ramura descendentă a ansei Henle, ansa Henle, ramura ascendentă a ansei Henle şi tubul contort distal.

Capsula ce înconjoară glomerulul este numită **capsula Bowman**, cunoscută de asemenea şi sub numele de **capsula glomerulară**. Aceasta se poate asemăna cu un balon

care la un capăt este împins cu pumnul spre interior, astfel încât balonul să înconjoare pumnul. Pumnul reprezintă glomerulul; balonul reprezintă capsula Bowman.

TABELUL 20.1 NEFRONUL ŞI FIZIOLOGIA SA

Structura nefronului	Fiziologia
Glomerulul și **capsula glomerulară**	Filtrarea plasmei sanguine
Tubii proximali	Reabsorbția prin transport activ a ionilor de sodiu, a altor ioni, a glucozei și a aminoacizilor; reabsorbția ionilor de clor prin difuziune facilitată; reabsorbția apei prin osmoză
Ansa Henle	
Ramura descendentă	Reabsorbția ionilor de sodiu prin difuziune facilitată
Ramura ascendentă	Reabsorbția clorurii de sodiu prin transport activ
Tubii distali	Reabsorbția selectivă a ionilor prin transport activ; reabsorbția apei prin osmoză, sub influența ADH-ului; secreția amoniacului, a anumitor ioni, medicamente, hormoni și alte substanțe

FILTRAREA

Fluidul provenit din plasma sanguină intră în capsula glomerulară prin fante submicroscopice (Figura 20.4). Substanţele dizolvate, formate din molecule mici, trec din capilarele glomerulare în capsula glomerulară printr-un proces numit **filtrare**. Filtrarea apare deoarece permeabilitatea capilarelor glomerulare este mai mare decât a altor capilare din corp şi deoarece presiunea sanguină în glomerul este mai mare decât în alte capilare. Presiunea sanguină mai mare apare deoarece arteriola eferentă are un un diametru mai mic decât arteriola aferentă. Celulele sanguine şi moleculele mari, cum sunt proteinele, rămân în sânge, în timp ce ionii şi moleculele mai mici ajung în filtrat.

Prin glomerulii nefronilor renali se filtrează aproximativ 7,5 litri de plasmă sanguină pe oră. Fluidul care trece în interiorul capsulei glomerulare este numit **filtrat glomerular**. La bărbaţi, rata de filtrare glomerulară este de aproximativ 125 de mililitri pe minut (ml/min) şi în jur de 105 ml/min la femei.

REABSORBŢIA

Filtratul glomerular părăseşte capsula glomerulară şi trece în lumenul **tubului contort proximal**. Pereţii tubului conţin milioane de microvilozităţi, cu rolul de a mări foarte mult suprafaţa de contact cu conţinutul lumenului. **Reabsorbţia** are loc la nivelul acestui tub contort proximal. În timpul reabsorbţiei, prin celulele epiteliale tubulare sunt transportate din lumenul tubului în capilarele peritubulare, cantităţi variabile de apă, săruri şi alte molecule.

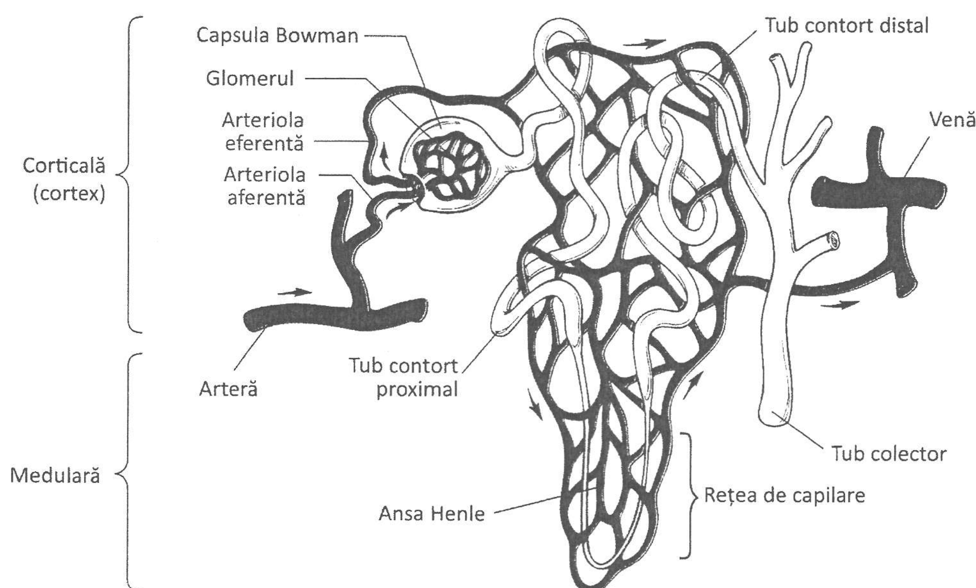


FIGURA 20.4 O schemă detaliată a activității nefronului. Observați săgeata ce indică fluxul sângelui din arteră spre arteriola aferentă, care pătrunde în glomerul și îl părăsește prin intermediul arteriolei eferente. Sângele curge mai departe prin rețeaua de capilare peritubulare și este drenat apoi printr-o venă. Între timp, plasma pătrunde în capsula Bowman, apoi trece prin tubul contort proximal, ansa Henle și tubul contort distal, înainte să intre în tubul colector. Plasma modificată în tubii renali formează în final urina. Observați rețeaua interconectată a capilarelor peritubulare și a tubilor nefronului, care facilitează transferurile. De asemenea, observați că tubul colector primește urina și de la alți nefroni din zonă. După cum este indicat, anumite porțiuni din nefron sunt localizate în corticala renală, în timp ce altele sunt în medulară.

Transportul moleculelor este, în general, efectuat de transportori membranari specifici și, de aceea, transportul este selectiv. Reabsorbția glucozei și a aminoacizilor se realizează prin **transport activ**, un proces în care ATP-ul este utilizat ca sursă de energie. Proteinele transportoare specifice din membranele celulare transportă substanțele în afara celulelor tubulare, transferându-le apoi în sângele capilarelor peritubulare (Figura 20.5).

REABSORBȚIA SĂRURILOR ȘI A APEI

Reabsorbția sărurilor și a apei din tubul proximal se face printr-un mecanism diferit. Mai întâi, ionii de sodiu sunt transportați activ din fluidul tubului proximal în capilarele peritubulare. Transportul ionilor de sodiu încărcați electric pozitiv creează o diferență de sarcină electrică de-o parte și de alta a peretelui tubului, deoarece aceștia se acumulează în capilarele peritubulare. Acest gradient electric stimulează transportul facilitat al ionilor de clor din filtratul glomerular spre concentrația mai mare a ionilor de sodiu din capilarele peritubulare. Ionii de clor părăsesc filtratul glomerular, urmând ionii de sodiu.

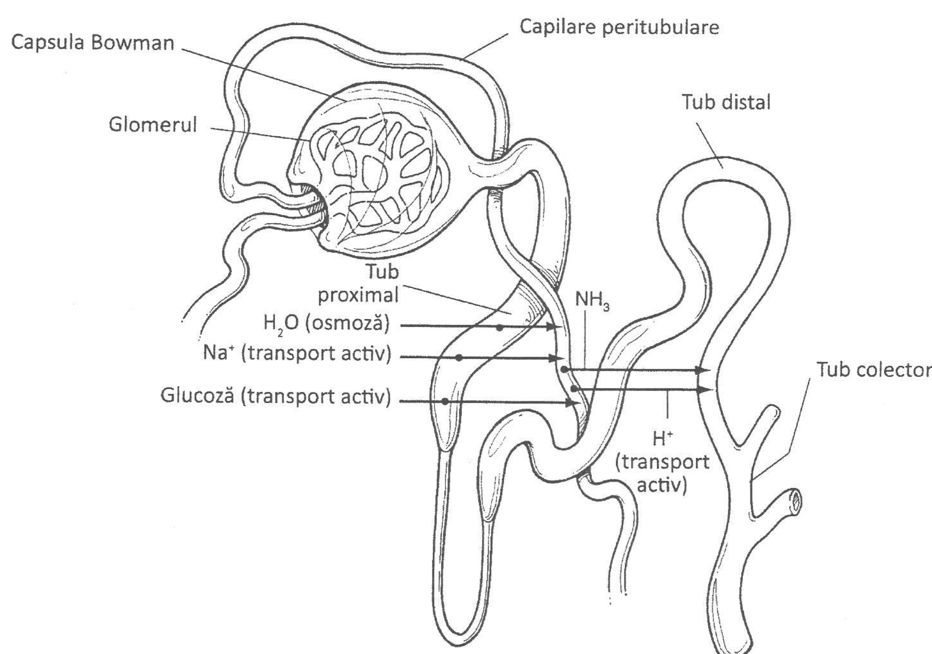


FIGURA 20.5 Un sumar al pasajului moleculelor între tubi şi capilarele peritubulare ale nefronului. Diverse mişcări au loc în glomerul, în tubul proximal şi în tubul distal.

Ca rezultat al concentrării clorurii de sodiu în capilarele peritubulare se creează un gradient osmotic. Apa se deplasează în direcţia concentraţiei mai mari a clorurii de sodiu, pe care o diluează până când concentraţia clorurii devine egală între tubul proximal şi capilarele peritubulare. Cu alte cuvinte, clorura de sodiu atrage moleculele de apă.

Ca rezultat al reabsorbţiei pasive şi selective din tubii proximali, cea mai mare parte a apei, nutrienţilor, sărurilor şi ionilor necesari organismului sunt preluaţi înapoi în sânge. Componenţii filtratului care nu sunt reabsorbiţi sunt în mare parte deşeurile azotate produse de către corp, precum şi o parte din apă, ioni şi săruri.

Filtratul glomerular pătrunde apoi în ramura descendentă a ansei Henle. Ramura descendentă coboară spre profunzimea medularei, unde se găseşte ansa propriu-zisă. Apoi, fluidul intră în ramura ascendentă, care urcă din medulară înapoi către corticală. În ramura ascendentă, ionii de sodiu şi clor ies din tubi şi se acumulează în interstiţiul medularei (ţesuturile din jurul tubilor).

Acumularea de sare în interstiţiu determină hipertonicitatea acestuia şi crearea unui gradient osmotic; astfel, în regiunea descendentă a ansei, atrasă de clorura de sodiu, apa trece din filtrat în interstiţiu (Figura 20.6). În cele din urmă, apa se reîntoarce în circulaţia sanguină prin capilarele din apropiere şi prin vasele limfatice. Concentraţia clorurii de sodiu creşte către profunzimea medularei, ceea ce face posibil ca moleculele de apă să iasă din ramura descendentă pe toată lungimea ei, precum şi în ansa Henle propriu-zisă. Din ramura ascendentă a ansei Henle şi din tubul distal apa nu este reabsorbită deloc, sau doar în cantităţi foarte mici, deoarece aceşti tubi sunt impermeabili pentru apă; ei permit, în schimb, reabsorbţia ionilor de sodiu şi clor. Acest mecanism se numeşte **mecanismul contracurent**.

DE REȚINUT
Nefronul formează urina prin trei procese: filtrare, reabsorbție și secreție.

Se pare că anumite deşeuri azotate, în special un compus numit **uree**, părăsesc lumenul tubului colector în porţiunea lui profundă. Acumularea ureei în profunzimea medularei contribuie la creşterea concentraţiei moleculelor organice din medulară. În cele din urmă, ureea trece înapoi în ansa Henle, de unde trece înapoi în tubul colector. Procesele care au loc în ansa Henle contribuie la înlăturarea apei din tubi şi la reîntoarcerea ei în circulaţie prin capilarele peritubulare. De asemenea, garantează faptul că fluidul care rămâne în nefron va fi concentrat și va deveni urină.

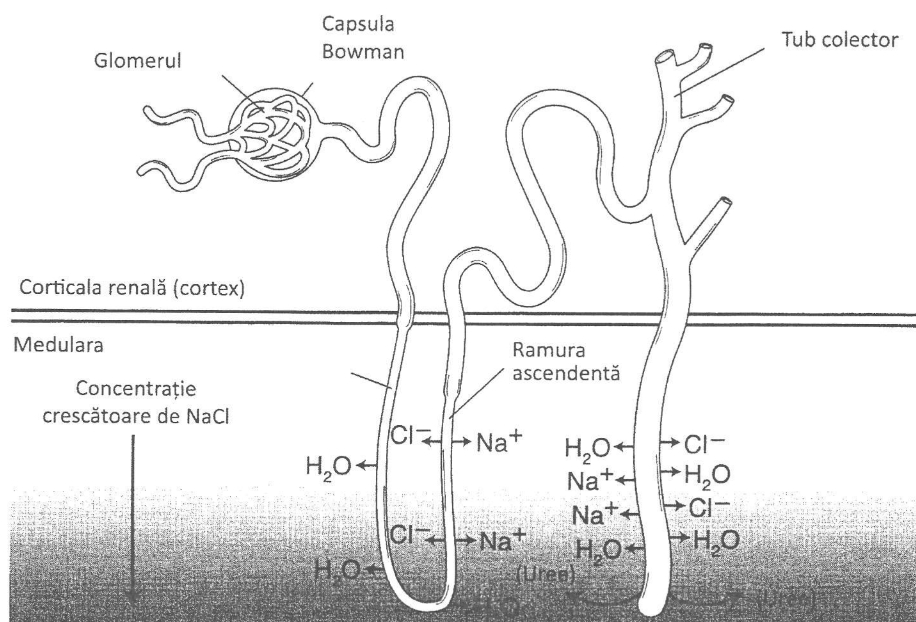


FIGURA 20.6 Mecanismul contracurent al circulației apei. Acumularea de ioni de sodiu și clor în medulara rinichiului determină ieșirea apei din ramura descendentă, din ansa propriu-zisă (structuri ale nefronului) și din tubul colector. Eliminarea ureei favorizează, de asemenea, circulația apei, care se deplasează către fluxul sanguin. Pierderea apei contribuie la concentrarea urinei.

Filtratul glomerular intră apoi în tubul contort distal, unde se continuă procesele începute în tubul proximal. Din nou, apa şi sarea sunt absorbite în sânge. Ionii de sodiu sunt preluaţi din fluidul tubular prin transport activ, ionii de clor îi urmează, iar apa urmează sarea în mod pasiv.

SECREŢIA TUBULARĂ

În tubii distali are loc un alt proces, numit **secreţie tubulară** (Tabelul 20.2). Secreţia tubulară este un proces activ, în care compuşii chimici sunt transportaţi din capilarele peritubulare (din sânge) în tubul contort distal (în filtratul glomerular). Printre moleculele secretate în acest mod sunt acidul uric, creatinina, ionii de hidrogen, amoniac şi antibiotice precum penicilina.

Consecutiv proceselor ce au loc în tubul contort distal, filtratul glomerular devine **urină**. Urina intră apoi în tubul colector. Tubul colector coboară în medulara renală în drumul său spre pelvisul renal şi întâlneşte mediul salin din interstiţiul medular. Din cauză că acest mediu este hiperton, apa este extrasă din tubii colectori, prin osmoză. Apa este apoi transportată de către capilare şi vase limfatice înapoi în circulaţia sanguină generală. Acest proces finalizează întoarcerea apei în sânge.

TABELUL 20.2 PROCESE FIZIOLOGICE CE AU LOC ÎN RINICHI

Activitate	Rezultat	Locație
Filtrarea	Forțează apa și moleculele mici din plasmă să treacă din vasele de sânge glomerulare în tubul nefronului	Glomerulul și capsula glomerulară
Reabsorbția selectivă	Recuperează nutrienți, săruri și apă din lichidul tubului proximal și distal. Transportă substanțe în capilarele peritubulare pentru a le întoarce în curentul sanguin	Tubul contort proximal; ansa Henle; tubul contort distal
Secreția tubulară	Excretă moleculele din capilarele peritubulare în tubii nefronului; schimbă concentrația ionilor pentru a menține homeostazia sângelui	Tubul contort distal; tubul colector
Excreția	Elimină urina din tubul colector în pelvisul renal; transportă urina la uretere, apoi la vezica urinară, uretră și în exteriorul organismului	Tubul colector, pelvisul renal și organele accesorii ale excreției: uretere, vezica urinară și uretra

ACTIVITATEA HORMONALĂ

Rata reabsorbţiei apei din tubul contort distal şi tubul colector este determinată de permeabilitatea membranei celulelor ce formează peretele tubului colector. Această permeabilitate este controlată de un hormon numit **hormon antidiuretic (ADH)**. Printr-un mecanism chimic complex, ADH-ul deschide porii din membranele celulare şi permite apei să treacă (Figura 20.7). Hormonul este produs de neuroni din hipotalamus şi eliberat de către lobul posterior al glandei hipofize (Capitolul 13).

Secreţia de ADH este stimulată când receptorii chimici din hipotalamus sunt stimulaţi de variaţiile concentraţiei sodiului sau al altor ioni în sânge. Spre exemplu, în caz de deshidratare, concentraţia ionilor creşte şi receptorii semnalizează hipotalamusului să elibereze ADH. ADH-ul creşte permeabilitatea membranei celulelor din peretele tubilor şi, astfel, este absorbită mai multă apă din filtratul glomerular. În caz contrar, când există un exces de apă în organism, concentraţia ionilor scade. Receptorii detectează această scădere şi inhibă secreţia de ADH; astfel, în tubi este reabsorbită mai puţină apă, ea rămânând să dilueze urina. Procesul implică, de asemenea, renina şi un sistem cunoscut sub numele de sistem renină-angiotensină, subiect detaliat în Capitolul 21.

Alt hormon cu rol în reglarea funcţiei renale este **aldosteronul**, secretat de către cortexul glandelor suprarenale. Hormonul acţionează în principal asupra tubului contort distal, având trei efecte importante: stimulează reabsorbţia ionilor de sodiu din tubul contort distal, stimulează reabsorbţia apei, întrucât moleculele de apă „urmează" ionii de sodiu prin procesul de osmoză şi stimulează secreţia potasiului din sânge în fluidul

tubului contort distal. Eliminarea potasiului prin secreţie tubulară este principala metodă de înlăturare a acestuia din organism. Fără aldosteron, tot potasiul ar fi reabsorbit, iar excesul acestuia în organism poate duce la insuficienţă cardiacă. O secreţie insuficientă de aldosteron, apare şi într-o afecţiune numită **boala Addison**.

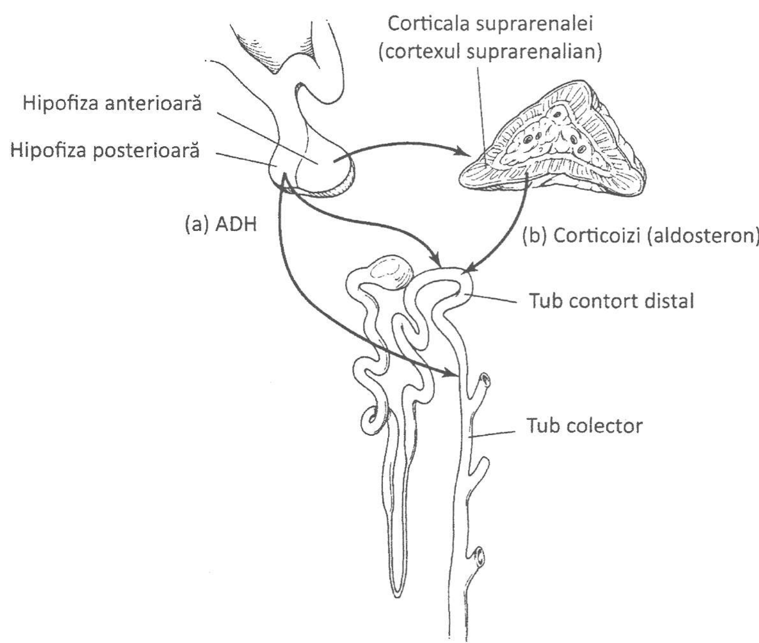


FIGURA 20.7 Cei doi hormoni ce controlează reabsorbţia apei în nefron. (a) Hormonul antidiuretic (ADH) din hipotalamus şi lobul posterior hipofizar. (b) Aldosteronul din cortexul suprarenalei.

URINA

Nefronii produc **urina**. Aproximativ 95% din urină este apă, iar 5% sunt substanţe solide precum deşeuri organice, ioni şi săruri. Printre deşeurile organice se numără **ureea**. Ureea este un produs al metabolismului ficatului, obţinut în timpul conversiei aminoacizilor în compuşi furnizori de energie. În cursul conversiei, gruparea amino este înlăturată de pe un aminoacid şi combinată cu o altă grupare amino şi cu un atom de carbon şi oxigen pentru a forma ureea, într-un proces denumit ciclul ornitinei (Capitolul 18). Ureea este toxică pentru celulele organismului şi trebuie eliminată prin urină.

Alte substanţe organice din urină sunt amoniacul, acidul uric (din degradarea acizilor nucleici) şi creatinina (un produs rezultat din utilizarea fosfocreatinei în celulele musculare). Ionii din urină sunt cationi (ioni cu sarcină pozitivă) precum sodiu, potasiu, magneziu, calciu, şi anioni (ioni cu sarcină negativă) precum clorul, sulfaţii şi fosfaţii.

Alte substanţe ce pot fi găsite în urină sunt **corpii cetonici**, substanţe ce rezultă din degradarea moleculelor lipidice. Persoanele cu diabet zaharat pot avea un conţinut crescut de corpi cetonici în urină, atunci când organismul foloseşte lipidele ca sursă principală de energie, în locul glucozei. Alte substanţe din urină depind de dietă şi pot include pigmenţi, hormoni şi diferite medicamente.

Urina are, în mod obişnuit, o culoare galbenă sau o culoare chihlimbarie (asemănătoare cu a chihlimbarului) (Tabelul 20.3), datorată pigmenţilor derivaţi din substanţele prezente în dietă sau din bilirubina derivată din degradarea hemoglobinei globulelor roşii sanguine. Unul dintre pigmenţii urinari importanţi este **urobilinogenul**. Acest pigment este produs prin acţiunea bacteriilor asupra bilirubinei din intestin. Sistemul port hepatic transportă urobilinogenul la nivelul ficatului, apoi circulaţia sanguină aduce pigmentul la rinichi. Prezența globulelor roşii în urină, îi dau o culoare roşie; această situaţie este cauzată în general de o sângerare în sistemul urinar, o cauză posibilă fiind trecerea globulelor roşii prin pereţii glomerulului renal, cum se întâmplă în unele boli renale.

Urina este de obicei clară şi capătă un miros asemănător amoniacului dacă este stătută; pH-ul ei variază de la 4,6 la 8,0 cu o medie de 6,0 şi depinde în special de dietă. Pe zi, se produc aproximativ 1-2 l de urină.

TABELUL 20.3 CARACTERISTICILE URINEI UMANE

Caracteristică	Descriere
Claritate	Transparentă sau clară; devine tulbure dacă este stătută
Densitate	1015 până la 1020; mai ridicată dimineața
Culoare	De culoarea chihlimbarului sau galben pai; variază în funcție de dietă și de volumul de urină
Cantitate în 24 de ore	Aproximativ 1500 ml; variază în funcție de cantitatea de fluide ingerate, transpirație și alți factori
pH	Acid, dar poate fi alcalin dacă dieta conține cantități mari de vegetale; o dietă cu multe proteine crește aciditatea; urina stătută are o reacție alcalină datorită descompunerii ureei în compuși amoniacali; intervalul normal al pH-ului este de la 4,6 la 8,0 cu o medie în jur de 6,0
Miros	Miros caracteristic de urină; urina stătută are miros amoniacal

STRUCTURI ANEXE

Sistemul urinar conţine, pe lângă rinichi, şi alte componente (structuri anexe). **Ureterele** sunt organe tubulare ce se întind de la rinichi la vezica urinară (Figura 20.8). Ele au o lungime de aproximativ 25-30 cm şi transportă urina la vezică prin unde peristaltice produse de muşchii prezenţi în pereţii lor. Urina intră în vezica urinară sub formă de jeturi, care realizează un flux de 5 ml pe minut. La ieşirea din rinichi se află o formaţiune bombată, numită pelvis renal, ce se continuă cu ureterul.

Alt organ al sistemului urinar este **vezica urinară**, ce se află poziţionată posterior de simfiza pubiană. Vezica este un sac pliabil constând dintr-o mucoasă ce tapetează cavitatea şi din pereţi formaţi din fibre musculare netede. Este capabilă de o extensie considerabilă şi are trei orificii: două spre uretere şi unul către uretră. Vezica urinară poate acumula până la 600 ml de urină, pe care îi elimină prin uretră. Procesul de eliminare a urinei se numeşte **micţiune**. Micţiunea care se produce involuntar este numită **incontinenţă**.

Tubul care conduce urina de la baza vezicii la exterior este numit **uretră**. La femei, uretra este poziţionată ventral faţă de vagin şi are aproximativ 2,5 cm lungime. La bărbaţi, uretra trece prin penis şi are aproximativ 15 cm lungime când penisul este relaxat. La bărbaţi, uretra serveşte de asemenea şi ca pasaj pentru spermă. Tot la bărbaţi, uretra este înconjurată de glanda prostatică, iar creşterea în volum a acestei glande poate să împiedice curgerea normală a urinei. Deschiderea uretrei spre exteriorul corpului se face prin **meatul urinar**.

DE REȚINUT
Rinichii produc urină; ureterele o transportă la vezica urinară. Uretra golește vezica urinară prin micțiune (urinare), atunci când aceasta este oportună.

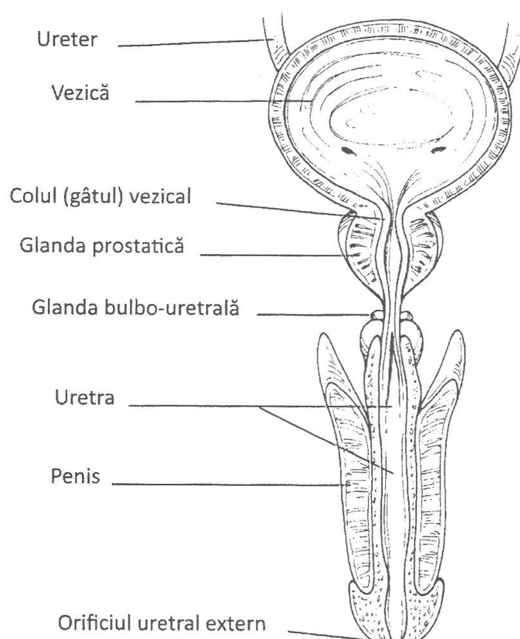


FIGURA 20.8 Structurile anexe ale sistemului urinar masculin. Prostata şi glandele bulbouretrale sunt corelate cu sistemul reproducător.

ALTE ORGANE EXCRETORII

Pe lângă sistemul urinar, care excretă urină, în corp mai sunt şi alte organe excretorii. Unul dintre ele este **ficatul**, care metabolizează produşii rezultaţi din degradarea hemoglobinei eritrocitelor şi îi excretă ca şi pigmenţi biliari (Capitolul 18). O parte din pigmenţii ce colorează urina provin de la ficat. Alte organe excretorii sunt **plămânii**. Aceştia excretă dioxidul de carbon şi degajă o cantitate redusă de apă (Capitolul 17).

Intestinul şi pielea sunt, de asemenea, considerate organe excretorii (Figura 20.9). Prin celulele epiteliale ce tapetează **intestinul** se pierd anumite săruri, cum ar fi sărurile de fier şi de calciu, şi se eliberează apă (Capitolul 18). (Defecaţia nu este considerată

excreţie, deoarece substanţele excretate sunt produşi de degradare ai metabolismului. În procesul defecaţiei sunt eliminate din corp materialele nedigerate.)

Pielea (Capitolul 5) este, şi ea, un organ excretor minor, pentru că excretă sudoarea în cursul transpiraţiei. Sudoarea conţine apă, precum şi mici cantităţi de săruri şi anumite cantităţi de amoniac, uree şi acid uric. Transpiraţia este de fapt un proces de răcire, pentru că permite organismului să elimine excesul de căldură.

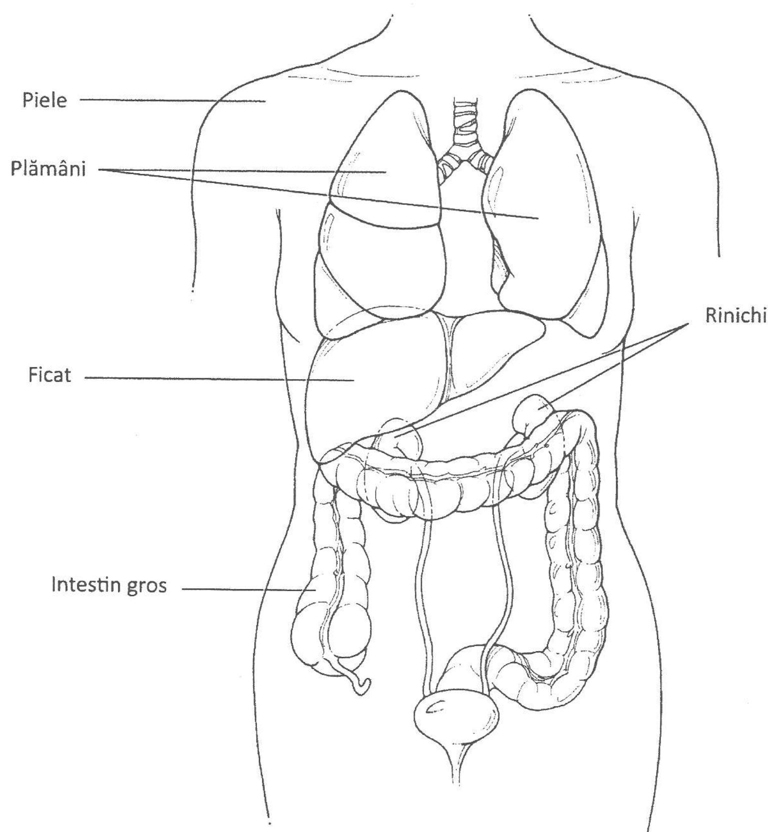


FIGURA 20.9 Alte organe excretorii ale organismului uman, care completează funcţia sistemului urinar.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale rinichiului.

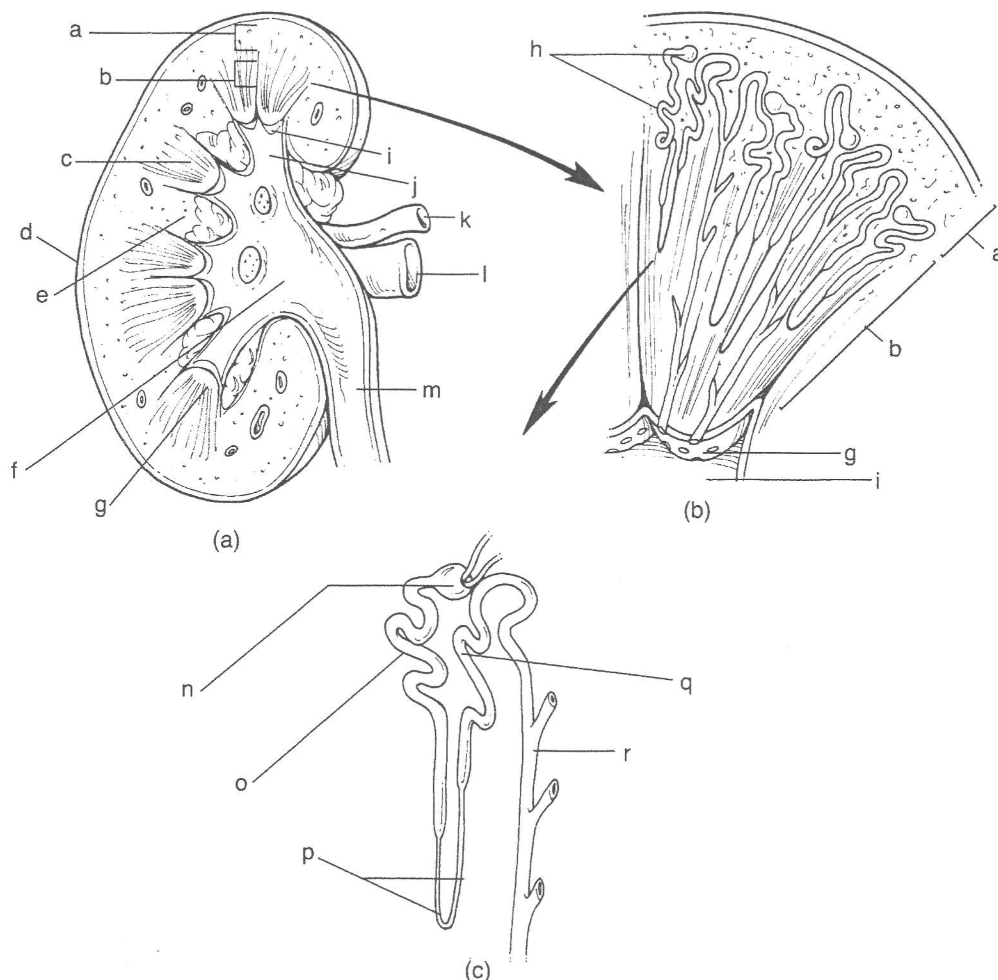


FIGURA 20.10

_ 1. Tubul colector
_ 2. Tubul contort distal
_ 3. Capsula glomerulară
_ 4. Ansa Henle
_ 5. Calice mare
_ 6. Calice mic
_ 7. Nefronul
_ 8. Tubul contort proximal
_ 9. Artera renală
_ 10. Capsula renală
_ 11. Coloană renală
_ 12. Cortexul renal
_ 13. Medulara renală
_ 14. Papila renală
_ 15. Pelvisul renal
_ 16. Piramidă renală
_ 17. Vena renală
_ 18. Ureterul

SECŢIUNEA B – Completare: *Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii*

1. Lichidul extracelular ce înconjură celulele din organism se numeşte ____________________.
2. Rinichii reglează volumul plasmei sanguine şi astfel contribuie la reglarea ____________________.
3. În corp, rinichii se găsesc lateral de ____________________.
4. Rinichiul adultului este aproximativ de mărimea ____________________.
5. Depresiunea concavă de pe suprafaţa medială a rinichiului este cunoscută ca ____________________.
6. Fiecare rinichi este înconjurat de un ţesut fibros, de culoare albicioasă, ce formează ____________________.
7. Tubul lung ce transportă urina de la rinichi este ____________________.
8. Cele două regiuni distincte ale rinichiului sunt cortexul spre exterior şi ____________________, spre interior.
9. Formaţiunile componente ale medularei renale, care sunt triunghiulare pe secţiune, sunt denumite ____________________
10. O ramură a pelvisului renal, localizată la vârful fiecărei piramide renale, este numită ____________________.
11. Urina este formată în unitatea funcţională a rinichiului, o structură numită ____________________.
12. Numărul nefronilor în fiecare rinichi este de peste ____________________.
13. Sângele arterial intră în rinichi prin ____________________.
14. Sângele intră în glomerul printr-un vas sanguin de dimensiuni microscopice numit ____________________.
15. Fiecare glomerul al nefronului este înconjurat de o capsulă numită ____________________.
16. Filtratul intră în capsula glomerulară printr-un proces de ____________________.
17. Principala forţă ce împinge plasma sanguină în capsula glomerulară este exercitată de ____________________.
18. Într-o singură oră, cantitatea de plasmă sanguină ce se filtrează prin glomeruli este de aproximativ ____________________.
19. Capsula glomerulară se continuă cu un tub al nefronului numit ____________________.

20. Transportul moleculelor de glucoză din tubul contort proximal în capilarele peritubulare are loc printr-un proces de ____________________.

21. Suprafaţa de reabsorbţie a peretelui tubului proximal este crescută prin prezenţa ____________________.

22. Transportul activ, responsabil pentru reabsorbţia aminoacizilor şi a glucozei, necesită un consum de energie furnizată de ____________________.

23. Trecerea ionilor de clor în afara tubului contort proximal urmează după pomparea în acelaşi sens a ____________________.

24. Acumularea moleculelor de clorură de sodiu în capilarele peritubulare creează ____________________.

25. Moleculele de clorură de sodiu ce se acumulează în capilarele peritubulare exercită o forţă de atracţie asupra moleculelor de ____________________.

26. Trecerea moleculelor de apă din tubul contort proximal în capilarele peritubulare are loc prin procesul de ____________________.

27. Trecerea ionilor de sodiu în capilarele peritubulare are loc prin transport activ, proces ce necesită multă ____________________.

28. Tubul contort proximal conduce filtratul spre ramura descendentă a ____________________.

29. Ramura descendentă coboară în profunzime într-o porţiune a rinichiului cunoscută ca ____________________.

30. În ramura ascendentă a ansei Henle, transportul activ produce reabsorbţia ____________________.

31. Apa iese din ramura descendentă a ansei Henle în interstițiu pentru că acesta este ____________________.

32. Apa iese din ramura descendentă a ansei Henle prin procesul de ____________________.

33. Mecanismul responsabil de ieșirea apei din ramura descendentă a ansei Henle, dar nu şi din ramura ascendentă, este cunoscut ca ____________________.

34. Acumularea de material organic în medulară include o concentraţie ridicată a unui deşeu azotat numit ____________________.

35. Apa eliberată din ansa Henle ajunge înapoi în sânge prin intermediul ____________________.

36. Fluidul conținut de ansa Henle își continuă traseul intrând în ____________________.

37. În procesul de secreţie tubulară, compușii chimici sunt transferați din sânge în ____________________.

38. Printre moleculele ce intră în fluidul din nefron prin secreţie tubulară sunt ionii de hidrogen, amoniacul, acidul uric şi ____________________.

39. După ce părăseşte tubul contort distal, urina nou formată trece în ____________________.

40. Reabsorbţia apei în nefronii rinichiului este controlată, în parte, de un hormon cunoscut ca ____________________.

41. Secreţia ADH-ului este controlată de receptori chimici ce răspund la o variaţie a ____________________.

42. Hormonul ADH, implicat în reabsorbţia apei, este depozitat în lobul posterior al ____________________.

43. Hormonul suprarenalian care stimulează reabsorbţia ionilor de sodiu din tubii contorţi distali este ____________________.

44. Hormonul suprarenalian care stimulează reabsorbţia ionilor de sodiu, stimulează de asemenea reabsorbţia ____________________.

45. Secreţia potasiului în nefronul rinichiului este reglată de către hormonul ____________________.

46. Ureea, produsul de degradare prezent în urină, rezultă din metabolismul aminoacizilor, ce are loc în ____________________.

47. Ionii de clor, sulfat şi fosfat se găsesc în urină şi toţi au sarcina electrică ____________________.

48. Cantităţi mari de corpi cetonici în urină sunt adesea un simptom al ____________________.

49. Pigmenţii care dau culoarea urinei sunt derivaţi din substanţe din dietă sau din pigmentul globulelor roşii sanguine, cunoscut ca ____________________.

50. Procesul eliminării urinei din organism este denumit ____________________.

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere*: Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmaţii:*

1. Următoarele sunt funcţii ale rinichiului, *cu excepţia*
   A. reglarea volumului plasmei sanguine
   B. reglarea concentraţiei produşilor reziduali din sânge
   C. reglarea digestiei glucidelor şi a proteinelor
   D. reglarea concentraţiei ionilor în plasmă

2. Rinichii sunt localizaţi la nivelul
   A. peretelui abdominal posterior
   B. peretelui toracic ventral
   C. peretelui toracic
   D. peretelui abdominal ventral

3. Cele două regiuni mari ale rinichiului sunt
   A. calicele mari şi mici
   B. piramidele renale şi nefritice
   C. medulara şi corticala
   D. jejunul şi ileonul

4. Urina curge de la rinichi înspre vezica urinară prin
   A. uretră
   B. tubul proximal
   C. capilare peritubulare
   D. ureter

5. Structura rinichiului în care este formată urina este denumită
   A. calice
   B. nefron
   C. neuron
   D. nefridium

6. Fluidul care intră în glomeruli este
   A. ser
   B. sânge
   C. apă marină
   D. apă proaspătă

7. Fluidul care intră în capsula glomerulară se formează din
   A. apă marină
   B. plasmă
   C. limfă
   D. apă sterilizată

8. Structurile care pleacă din capsula glomerulară includ
   A. artera renală şi vena renală
   B. capilarele peritubulare
   C. tubul contort proximal şi ansa Henle
   D. glomerulul

9. Forţa motrice care împinge fluidul din sânge în capsula glomerulară este exercitată
   A. de inimă, care asigură presiunea sanguină
   B. de muşchii care căptuşesc cavitatea abdominală
   C. de golirea vezicii urinare
   D. de uretra care drenează urina

10. În tubul contort proximal, reabsorbţia aminoacizilor şi a glucozei are loc prin
   A. osmoză
   B. difuziune
   C. difuziune facilitată
   D. transport activ

11. În nefron, acumularea tisulară de ioni de sodiu şi clor este responsabilă de circulaţia
    A. moleculelor de ATP
    B. transportorilor proteici din membranele tisulare
    C. urinei
    D. moleculelor de apă

12. În activităţile nefronului, cea mai mare parte din energia necesară este furnizată de utilizarea
    A. NAD-ului
    B. ureei
    C. ATP-ului
    D. electronilor transportaţi în membrane

13. Ansa Henle este cuprinsă între
    A. artera renală şi vena renală
    B. capilarele peritubulare şi tubul colector
    C. tubul contort proximal şi tubul contort distal
    D. glomerul şi capilarele peritubulare

14. În procesul de secreţie tubulară, substanţele trec din
    A. capilarele peritubulare în tubul contort proximal
    B. glomerul în capsula glomerulară
    C. capsula glomerulară în glomerul
    D. capilarele peritubulare în tubul contort distal

15. Care din următoarele căi descrie traseul urinei prin rinichi?
    A. capsula glomerulară – vena renală – tub colector
    B. tub contort distal – tub colector – pelvis renal
    C. tub colector – glomerul – capilare peritubulare
    D. artera renală – capilare peritubulare – vena renală

16. Rata reabsorbţiei apei din tubul colector este determinată de hormonul
    A. oxitocină
    B. cortizon
    C. antidiuretic
    D. lactogenic

17. Următoarele sunt funcţii ale aldosteronului, *cu excepţia*
    A. stimulării reabsobţiei apei în nefron
    B. stimulării secreţiei potasiului din sânge
    C. stimulării reabsorbţiei ionilor de sodiu din tubul contort distal
    D. reglării excreţiei calciului din capilarele peritubulare

18. Secreţia insuficientă de aldosteron poate duce la o afecţiune cunoscută ca
    A. boala Addison
    B. boala Graves
    C. sindromul Hashimoto
    D. sindromul Job

19. Următoarele se aplică ureei, *cu excepţia*
    A. este inofensivă pentru celulele organismului
    B. este un produs al metabolismului aminoacizilor
    C. este o componentă majoră a urinei
    D. este un deşeu al metabolismului organismului

20. Pigmenţii care dau urinei culoarea galbenă sau chihlimbarie derivă din
    A. celule nervoase
    B. celule vegetale
    C. bilă şi molecule de hemoglobină
    D. corpi cetonici

21. Vezica urinară are orificii către
    A. nefron şi rinichi
    B. uretră şi uretere
    C. meatul urinar şi glomerul
    D. vena renală şi ansa Henle

22. Curgerea urinei prin uretere este ajutată de acţiunea
    A. presiunii sanguine produsă de inimă
    B. golirii vezicii
    C. peristaltismului în muşchii ureterului
    D. mişcării muşchiului diafragm

23. Vezica urinară se află
    A. posterior de rect
    B. anterior de colonul transvers
    C. posterior de simfiza pubiană
    D. lateral de rinichi

24. Termenul de micţiune se referă la
    A. procesul formării urinei
    B. o boală a rinichiului
    C. procesul eliminării urinei
    D. procese ce au loc în calicele renale

25. Următoarele sunt considerate organe de excreţie, *cu excepţia*
    A. glandelor suprarenale
    B. plămânilor
    C. pielii
    D. intestinelor

***SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals**: La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. În corpul uman rinichii sunt situaţi lateral de linea alba.

2. Piramidele renale se găsesc în principal în corticala rinichiului.

3. Chiar înainte de a părăsi rinichii, urina curge printr-o structură în formă de pâlnie denumită pelvis renal.
4. Artera renală trimite sânge înspre glomerul cu ajutorul arteriolei eferente.
5. În timpul procesului de transport activ, plasma din sânge părăseşte glomerulul şi intră în capsula glomerulară.
6. Fluidul din filtratul glomerular nu conţine, în mod normal, celule sanguine sau aminoacizi.
7. Un alt nume pentru capsula glomerulară este ansa Henle.
8. Imediat după ce părăseşte capsula glomerulară, filtratul glomerular intră în ansa Henle.
9. Imediat după ce părăseşte glomerulul, sângele intră în capilarele peritubulare.
10. Transportul activ este responsabil pentru reabsorbţia aminoacizilor şi moleculelor de amidon în tubul contort proximal.
11. În tubul contort proximal, reabsorbţia apei este asociată cu procesul de fagocitoză.
12. Puterea de atragere exercitată asupra moleculelor de apă este datorată acumulării moleculelor de fosfat de calciu.
13. Ramurile descendentă şi ascendentă ale ansei Henle se află în corticala rinichiului.
14. Unii compuşi organici, precum ureea, părăsesc porţiunea profundă a tubului colector şi exercită o forţă de atragere a apei.
15. Procesul prin care apa iese din tubi, ca răspuns la o concentraţie mare de clorură de sodiu din interstiţiu, este un proces activ.
16. Procesul prin care compuşii chimici trec din capilarele peritubulare în tubul contort distal este cunoscut ca secreţie tubulară.
17. Hormonul antidiuretic reglează rata reabsorbţiei apei din glomerul.
18. Secreţia hormonului antidiuretic este stimulată când receptorii din talamus răspund la o scădere a presiunii sanguine.
19. Aldosteronul are un impact substanţial asupra reabsorbţiei ionilor de calciu din tubii distali ai nefronului.
20. Afecţiunea cunoscută ca boala Wellington poate fi consecinţa unei secreţii insuficiente de aldosteron.
21. Ureea, un component major al urinei, este produsă de către creier în cursul metabolismului ce are loc la acest nivel.
22. Corpii cetonici sunt găsiţi în urină când ţesutul adipos este utilizat ca principală sursă de energie la bolnavii de diabet.

23. Uretra este mai lungă la femei.

24. Pigmenţii care dau culoarea urinei sunt derivaţi din substanţe produse în principal în pancreas.

25. Pielea este considerată un organ excretor pentru că excretă apă şi săruri în sudoare.

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Uri prezintă o tendinţă de formare de cristale de acid oxalic în urină, mai ales când mănâncă multe alimente bogate în acid oxalic, cum ar fi spanacul. Când cristalele cresc în volum ele devin pietre la rinichi. De ce durerea provenită de la aceste pietre este discontinuă, apărând la intervale de aproximativ cinci minute fiecare?

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A

Figura 20.10

1. r
2. q
3. n
4. p
5. j
6. i
7. h
8. o
9. k
10. d
11. e
12. a
13. b
14. g
15. f
16. c
17. l
18. m

SECŢIUNEA B – Completare

1. lichid interstiţial
2. presiunii sanguine
3. coloana vertebrală
4. unui pumn
5. hilul renal
6. capsula renală
7. ureterul
8. medulara
9. piramide renale
10. calice mic
11. nefron
12. un milion
13. artera renală
14. arteriola aferentă
15. capsula glomerulară (Bowman)
16. filtrare
17. presiunea sanguină
18. 7,5 litri

19. tubul contort proximal
20. transport activ
21. microvilozităților
22. ATP
23. ionilor de sodiu
24. un gradient osmotic
25. apă
26. osmoză
27. energie (ATP)
28. ansei Henle
29. medulară
30. ionilor de sodiu şi clor
31. hiperton
32. osmoză
33. mecanism contracurent
34. uree
35. capilarelor peritubulare
36. tubul contort distal
37. tubul contort distal
38. creatinina
39. tubul colector
40. hormon antidiuretic (ADH)
41. ionului de sodiu şi altor ioni
42. glandei hipofize
43. aldosteronul
44. apei
45. aldosteron
46. ficat
47. negativă
48. diabetului zaharat
49. hemoglobină
50. micțiune

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

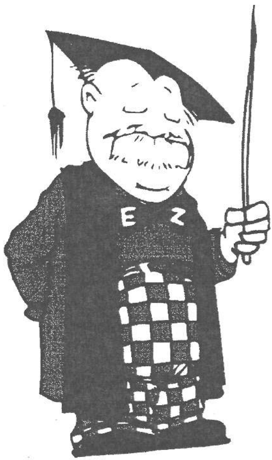
1. C	6. B	11. D	16. C	21. B
2. A	7. B	12. C	17. D	22. C
3. C	8. C	13. C	18. A	23. C
4. D	9. A	14. D	19. A	24. C
5. B	10. D	15. B	20. C	25. A

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. coloana vertebrală
2. medulara
3. A
4. aferente
5. filtrare
6. proteine
7. capsula Bowman
8. tubul contort proximal
9. arteriola eferentă
10. glucoză
11. osmoză
12. clorură de sodiu
13. medulara
14. A
15. pasiv
16. A
17. tubul colector
18. hipotalamus
19. sodiu
20. Addison
21. ficat
22. A
23. bărbați
24. ficat
25. A

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Durerea este dată de peristaltismul ureterelor lui Uri, care comprimă pietrele în timp ce sunt împinse către vezica urinară. Undele peristaltice apar la intervale de aproximativ cinci minute. Pietrele din rinichi sunt prea mari ca să treacă ușor prin uretere, astfel încât ele provoacă durere.



21

Echilibrul hidro-electrolitic și acido-bazic

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie echilibrul hidro-electrolitic şi mecanismele de control al echilibrului acido-bazic din organism. Parcurgând acest capitol, veţi învăţa să:

- deosebiți conținutul de apă din organism în funcție de sex şi să explicaţi diferențele;
- deosebiți compartimentele fluide ale organismului;
- deosebiți electroliții de alți solviți;
- comparaţi concentraţiile relative ale solviţilor din compartimentul extra- şi intracelular (reprezentate în special de electroliți și proteine), identificând efectele lor în aceste compartimente;
- deosebiți mecanismele mişcării lichidelor între compartimente;
- enumeraţi căile aportului şi ale pierderilor de lichide;
- identificaţi factorii care controlează setea şi conţinutul de apă al organismului, inclusiv hormonii;
- descrieţi cauzele şi consecinţele dereglării homeostaziei lichidelor în organism;
- identificaţi mecanismele de control al balanţei electroliţilor şi pH-ului;
- deosebiți formele de acidoză şi alcaloză, explicând mecanismele reglării pH-ului;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Homeostazia mediului intern depinde de echilibrul lichidelor, electroliţilor, acizilor şi bazelor. În organismul normal, nivelul fluidelor şi al electroliţilor rămâne constant şi aportul de apă şi electroliţi este echilibrat prin pierderile selective de la nivelul aparatului excretor. Dacă apar pierderi serioase de lichide şi electroliţi, înlocuirea lor imediată este foarte importantă.

Electroliţii sunt produşii substanţelor care disociază în componenţi încărcaţi electric atunci când se dizolvă în apă. De exemplu, clorura de sodiu (NaCl) disociază în ioni de sodiu (Na^+) şi clor (Cl^-), care sunt electroliţi încărcaţi electric. Un **acid** este un compus chimic care eliberează ioni de hidrogen în soluţie. O **bază**, în schimb, este compusul chimic care preia ioni de hidrogen dintr-o soluţie şi o lasă cu exces de ioni hidroxil (OH). Exemple de acizi în corpul uman sunt acidul clorhidric şi acidul lactic. Un exemplu de bază prezentă în organismul uman este amoniacul (NH_3).

FLUIDELE CORPULUI

Conţinutul de fluide al corpului se referă la cantitatea de apă din corp. Aceasta poate varia, depinzând de greutate, sex, vârstă şi conţinutul de grăsime al corpului. Astfel, femeile au un conţinut de apă relativ mai mic decât bărbaţii pentru că organismul lor conţine un procent mai mare de grăsimi, iar ţesutul adipos conţine foarte puţină apă celulară. La un adult, apa reprezintă aproximativ 60% din greutatea corporală la bărbaţi şi 50% la femei.

COMPARTIMENTELE FLUIDE

Conţinutul total de apă regăsit în organismul uman poate fi delimitat în două compartimente fluide: intracelular şi extracelular. **Compartimentul fluid intracelular** reprezintă lichidele din toate celulele corpului uman. **Compartimentul fluid extracelular** constă în lichidele din afara celulelor (Figura 21.1). Acesta din urmă reprezintă un mediu relativ constant pentru celule, în care apa reprezintă o treime din conţinutul total de apă al corpului. Aproximativ 25% din lichidul extracelular este reprezentat de plasma sanguină şi restul de 75% este lichidul interstiţial şi limfă. **Lichidul interstiţial** înconjoară celulele, iar **limfa** se găseşte în capilarele limfatice (Capitolul 16).

Aproximativ 1% din lichidul extracelular este **lichidul transcelular**. Acesta este separat de alte lichide ale corpului prin stratul celulelor epiteliale. Lichidul transcelular include: lichidul cerebro-spinal (cefalorahidian), lichidul sinovial, transpiraţia, lichidul din pericard, pleură şi peritoneu, dar şi lichidul din camerele oculare, tractul digestiv, respirator, urinar.

Lichidul extracelular conţine cantităţi mari de ioni de sodiu, clor şi bicarbonat, şi cantităţi mici de ioni de potasiu, magneziu, calciu, fosfat, sulfat şi ioni organici. Plasma este un lichid bogat în proteine, în timp ce limfa este săracă în proteine. Lichidul intracelular conţine cantităţi mici de sodiu şi mari de potasiu, datorită activităţii pompei Na-K din membrana celulelor. În interiorul celulelor, concentraţia de proteine este, în general, ridicată, deoarece acestea sunt sintetizate constant pentru a fi folosite în funcţiile celulare.

DE REȚINUT
Sodiul se găsește în concentrații mari extracelular și în concentrații mici intracelular. Potasiul se află în concentrații mari intracelular și mici extracelular.

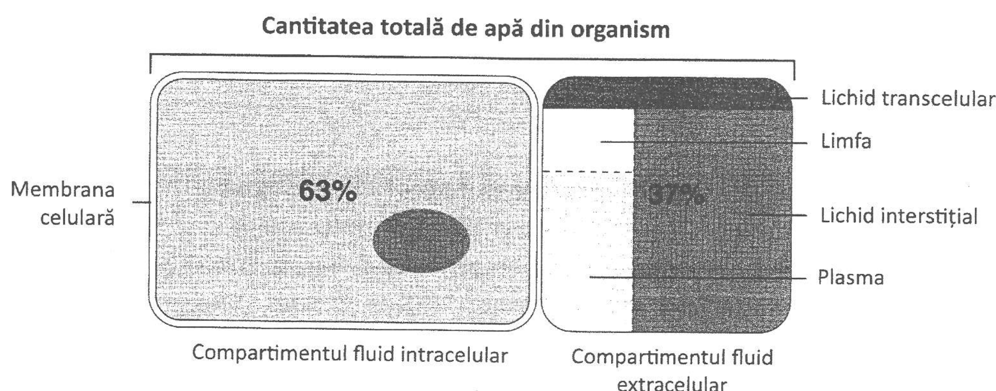


FIGURA 21.1 Cele două mari compartimente fluide ale organismului. Observaţi cantităţile relative, procentuale de apă în cele două compartimente şi compoziţia procentuală a compartimentului extracelular.

Apa intră în organism prin aport alimentar, din tractul digestiv, sau rezultă din reacţii chimice, ce au ca produs final apa (Capitolul 2). Pierderile de apă se realizează prin câteva căi: rinichii excretă urina, plămânii elimină apa prin aerul expirat, pielea elimină apa prin transpiraţie şi intestinele elimină apa prin fecale. În general, aportul de apă este egal cu pierderile de apă din organism (Figura 21.2).

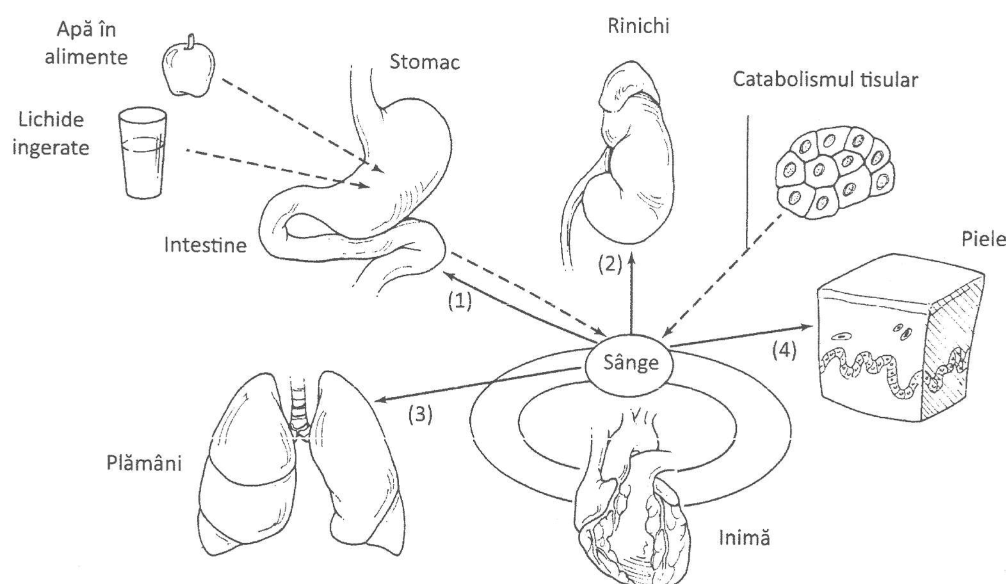


FIGURA 21.2 Diversele căi de pătrundere a apei în sânge (liniile întrerupte) şi patru căi de eliminare a apei din sânge în exterior (liniile continue).

MIŞCĂRILE APEI ÎN ORGANISM

Apa se mişcă în şi din celule ca rezultat al **osmozei**. Osmoza este difuziunea apei printr-o membrană semipermeabilă (membrana celulară), dintr-o regiune cu conţinut mai mare

de apă spre o regiune cu conţinut mai mic de apă. Altfel spus, osmoza este deplasarea apei dintr-o regiune cu concentraţie mică de solviţi spre o regiune cu concentraţie mare de solviţi. Astfel, solviţii atrag apa.

În mod normal, există aceeaşi concentraţie de ioni solviţi în afara şi în interiorul celulei. În aceste condiţii, se spune că **presiunea osmotică** este egală cu zero şi, astfel, nu se deplasează în nicio direcţie. Însă, dacă se pierd solviţi din spaţiul extracelular, echilibrul se modifică, rezultând o concentraţie mai mare de ioni în interiorul celulei. Se stabileşte astfel o presiune osmotică ce determină moleculele de apă să intre prin membrană în interiorul celulei, în sensul concentraţiei mai mari de solviţi, până când echilibrul este din nou restabilit.

Între plasmă şi lichidul interstiţial există o mişcare constantă a apei prin membrana care tapetează capilarele. Presiunea osmotică, datorată proteinelor, este responsabilă în mare parte de mişcările apei. Excesul de lichid şi proteine din spaţiul interstiţial este drenat prin sistemul limfatic înapoi în circulaţia sanguină pentru a se restabili homeostazia.

REGLAREA ECHILIBRULUI HIDRIC

În organism există câteva mecanisme care menţin echilibrul hidric, asigurând balanţa între aport şi pierderi. Unul din mecanisme este **setea**, dorinţa conştientă de a bea apă. Ea este controlată de un centru nervos din **hipotalamus**, unde se găsesc neuroni numiţi **osmoreceptori**. Când o persoană nu bea apă, îi scade secreţia salivară şi apar, astfel, gura uscată şi senzaţia de sete. De asemenea, scăderea volumului sanguin şi creşterea concentraţiei solviţilor din plasmă (de exemplu sarea) semnalizează nevoia de apă. Osmoreceptorii se retractă şi trimit impulsuri către cortexul cerebral pentru a stimula senzaţia de sete şi dorinţa de a bea apă. Baroreceptorii din sistemul cardiovascular răspund, de asemenea, la scăderea volumului plasmatic (Capitolul 15) şi trimit impulsuri spre zonele receptoare din hipotalamus.

Aportul de apă depinde, de asemenea, şi de activitatea hormonală. De exemplu, volumul de urină este determinat de rata de filtrare glomerulară şi de cantitatea de apă reabsorbită în tubii nefronului. Rata reabsorbţiei tubulare este controlată de **hormonul antidiuretic (ADH)**, care este eliberat ca răspuns la aceiaşi stimuli ca şi senzaţia de sete. ADH-ul creşte absorbţia apei din tubi, rezultând un volum mai scăzut de urină, adică o urină mai concentrată. De asemenea, rinichii eliberează un hormon numit **renină**. Renina activează producţia de angiotensină II de către plămâni, care creşte senzaţia de sete la nivelul creierului. **Aldosteronul**, un hormon corticosuprarenalian, reglează reabsorbţia de apă, ca răspuns la activarea sistemului renină-angiotensină-aldosteron. Angiotensina II stimulează secreţia de aldosteron, care acţionează la nivelul tubilor, crescând absorbţia ionilor de sodiu. Moleculele de apă vor urma apoi ionii de sodiu.

MIŞCAREA FLUIDELOR PRIN MEMBRANA CAPILARĂ

Cantitatea de sânge care curge printr-un vas de sânge într-o perioadă de timp este determinată de doi factori importanţi: presiunea sanguină şi rezistenţa, care reprezintă forţa ce se opune fluxului sanguin, măsurată prin forţa de frecare din vasele de sânge. **Rezis-**

tența la curgere este influențată de trei factori: vâscozitatea sanguină, care depinde de proporția globulelor roșii și a solviților în lichidul sanguin, lungimea vaselor de sânge (deoarece rezistența este direct proporțională cu lungimea vasului), și diametrul vasului (cu cât este mai mic, cu atât rezistența la curgere este mai mare).

Când sângele curge prin vasele capilare, apa se deplasează între plasmă și lichidul interstițial. Mecanismul de control al acestei mișcări a apei este cunoscut ca **legea Starling a capilarelor**, care indică sensul de curgere între capilare și lichidul interstițial (Figura 21.3). Cele două forțe principale de control sunt presiunea hidrostatică și cea coloid-osmotică a sângelui. **Presiunea hidrostatică** este dată de presiunea apei din sânge. Ea este responsabilă de mișcarea lichidelor din capilar înspre lichidul interstițial. **Presiunea coloid-osmotică**, din contră, depinde de prezența proteinelor plasmatice, cum ar fi albumina. Proteinele plasmatice atrag apa prin peretele capilar, prin osmoză. Proteinele plasmatice există în plasmă în stare coloidală și se găsesc în concentrație mai mare în capilare decât în lichidul interstițial din jurul capilarelor.

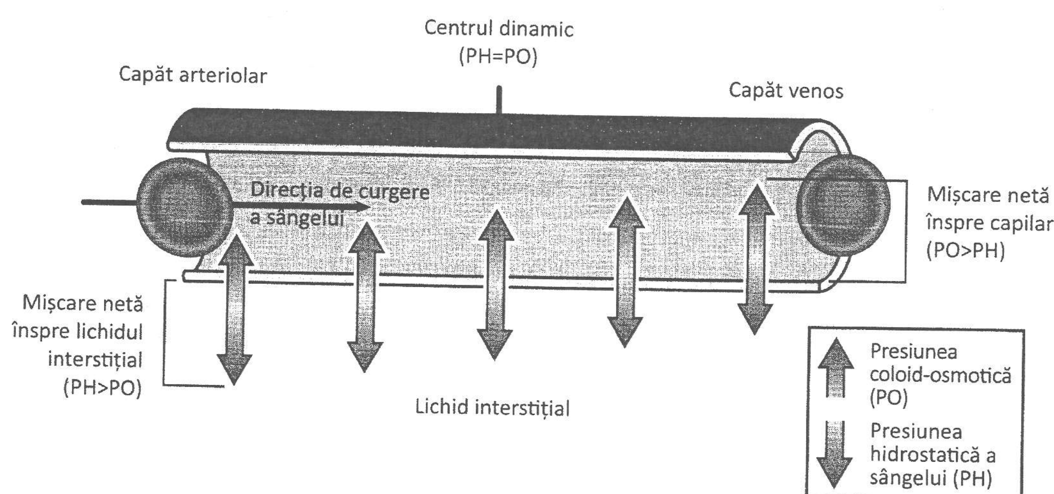


FIGURA 21.3 Legea Starling a capilarelor. La extremitatea arteriolară a capilarului, presiunea hidrostatică (PH) este mai mare decât presiunea coloid-osmotică (PO), iar mișcarea netă a apei este dinspre capilar spre lichidul interstițial. La extremitatea venoasă a capilarului, presiunea coloid-osmotică (PO) este mai mare decât cea hidrostatică (PH), iar mișcarea netă a apei este dinspre lichidul interstițial spre interiorul capilarului. La nivelul centrului dinamic al capilarului, presiunea hidrostatică este egală cu cea coloid-osmotică și nu există mișcare netă a apei.

Conform legii lui Starling, la extremitatea arterială a capilarului, apa părăsește capilarul și intră în spațiul interstițial, deoarece presiunea hidrostatică (presiunea arterială) depășește presiunea coloid-osmotică. Procesul se numește **filtrare** și este similar cu ceea ce se întâmplă în glomerulul renal. La extremitatea venoasă a capilarelor, apa părăsește spațiul interstițial și intră în capilare pentru că presiunea coloid-osmotică depășește presiunea hidrostatică (presiunea arterială). Acest proces se numește **reabsorbție**. Ea poate să aibă loc și la nivelul spațiului interstițial, unde lichidul intră în capilarele limfatice datorită presiunii osmotice ce se dezvoltă în acestea.

Mişcarea lichidelor între spaţiul interstiţial şi mediul intracelular este controlată de aceleaşi presiuni. Presiunea hidrostatică tinde să fie stabilă, iar solviţii prezenţi intracelular şi extracelular sunt echivalenţi. De aceea, orice mişcare a lichidelor între mediul intra- şi extracelular se datorează modificărilor presiunii osmotice şi nu a presiunii hidrostatice. De exemplu, dacă concentraţia ionilor de Na^+ este mare în afara celulei, apa va ieşi din celulă prin membrana celulară, ca răspuns la presiunea osmotică. Astfel, celula va avea tendinţa de micşorare.

Edemele reprezintă o cantitate mare de lichid acumulată anormal în ţesutul interstiţial şi pot avea multe cauze. De exemplu, presiunea hidrostatică din capilare poate să crească datorită unei obstrucţii la nivel venos produsă de o tromboză venoasă sau prin staza din insuficienţa cardiacă; în aceste condiţii, lichidul este împins în afara capilarelor. O altă cauză poate fi scăderea conţinutului de proteine în plasmă (în urma malnutriţiei, bolilor hepatice, bolilor renale sau a creşterii permeabilităţii capilare), scăzând astfel presiunea osmotică. Astfel, scade forţa de reabsorbţie a lichidelor înapoi în capilare. O ultimă cauză poate fi creşterea volumului extracelular în urma retenţiei de lichide din insuficienţa renală.

ECHILIBRUL ELECTROLITIC

Cantitatea electroliţilor preluaţi sau produşi în organism trebuie să fie egală cu cea care se pierde din organism. În lichidul extracelular se găsesc două tipuri de ioni: **cationii** (de exemplu Na^+), care sunt încărcaţi pozitiv; şi **anionii** (de exemplu Cl^-) care sunt încărcaţi negativ. Electroliţii se obţin din alimente, lichide şi reacţii metabolice. Pierderea lor se realizează prin fecale, transpiraţie şi, mai ales, prin rinichi în procesul formării urinei.

IONII DE SODIU

Ionii de sodiu reprezintă aproximativ 90% din totalul cationilor din lichidul extracelular. Când aportul de sodiu depăşeşte pierderile, apa este reţinută în organism şi volumul plasmatic şi al lichidelor extracelulare creşte. Pot rezulta edeme şi creştere în greutate. Când pierderile depăşesc aportul, apare o scădere a volumului plasmatic şi a lichidelor extracelulare, iar presiunea arterială scade.

Reglarea nivelului de sodiu din organism este legată de formarea urinei la nivel renal, mai ales la nivel glomerular. Când presiunea arterială scade, fluxul sanguin de la nivel glomerular se reduce, deci se filtrează mai puţin sodiu. Pe măsură ce concentraţia de sare şi apă creşte, va creşte presiunea arterială şi, consecutiv, excreţia de sodiu.

Reabsorbţia sodiului la nivel renal este reglată de aldosteron (Capitolul 20), care acţionează la nivelul tubilor contorţi distali şi colectori, dar şi la nivelul glandelor sudoripare şi a tractului gastrointestinal. Secreţia aldosteronului face parte din sistemul renină-angiotensină-aldosteron. **Renina** este o substanţă eliberată din aparatul juxtaglomerular al nefronului, dacă scade presiunea sanguină sau concentraţia sodiului în sânge, sau dacă s-au pierdut cantităţi mari de apă (Figura 21.4). În plasmă, renina reacţionează cu **angiotensinogenul**, o proteină sintetizată în ficat, şi o transformă în **angiotensină I**. În

plămâni, angiotensina I este transformată în **angiotensină II**. Aceasta din urmă stimulează eliberarea de aldosteron din corticala suprarenalei. De asemenea, stimulează setea şi secreţia de hormon antidiuretic şi ACTH. Mai mult, produce constricţia vaselor de sânge şi creşte presiunea arterială. Toate aceste acţiuni afectează fie direct, fie indirect, reabsorbţia sodiului la nivel renal.

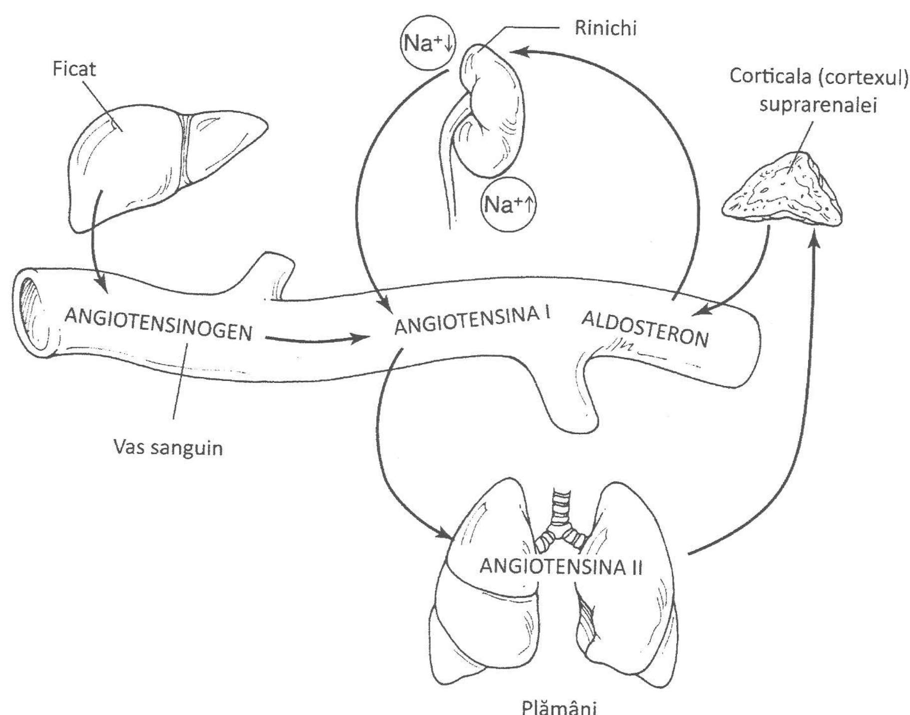


FIGURA 21.4 Sistemul renină-angiotensină-aldosteron implicat în reglarea sodiului. Renina din rinichi reacţionează cu proteina hepatică angiotensinogen şi o transformă în angiotensină I. În plămâni, angiotensina I se transformă în angiotensină II, care stimulează secreţia aldosteronului de către corticala suprarenalei. Aldosteronul reglează reabsorbţia sodiului din tubii renali.

Aldosteronul reglează şi nivelul ionilor de potasiu. Creşterea concentraţiei ionului de potasiu reprezintă un stimul important al secreţiei de aldosteron şi se pare că ionul de potasiu acţionează direct asupra corticalei suprarenaliene. Apoi, aldosteronul stimulează secreţia ionilor de potasiu în urină şi reabsorbţia ionilor de sodiu.

POTASIUL

Potasiul este cationul intracelular cel mai important. Intervine în activitatea electrică a nervilor şi a muşchilor şi, la fel ca şi sodiul, menţine echilibrul osmotic din celulă. În lichidul extracelular, potasiul influenţează echilibrul acido-bazic. Nivelul de potasiu din sânge este reglat de către aldosteronul secretat de către corticala suprarenalei. Deficitul

de potasiu poate rezulta în urma diareei, bolilor renale sau edemelor. Excesul de potasiu apare în urma insuficientei eliminări renale. Excesul de potasiu poate provoca fibrilații cardiace, iar deficitul cauzează aritmii.

ALȚI IONI

Alți ioni aflați în echilibru în organism sunt calciul, magneziul, sulfații, clorurile, fosfații și bicarbonatul. Ionii de **calciu** sunt reglați de hormonii glandelor paratiroide (Capitolul 13) și de calcitonina secretată de tiroidă. Ionii de calciu au rol în coagulare, contracția musculară, activitatea hormonală, conductivitatea nervoasă și reprezintă o componentă structurală a dinților și a oaselor.

Cel mai comun anion extracelular este ionul de **clor**, care este aproape totdeauna legat de sodiu. Ionii de clor asigură un mediu izotonic pentru celule și contribuie la stabilitatea presiunii osmotice intra- și extracelulare (Figura 21.5). Ionii de clor sunt excretați în sucul gastric sub forma acidului clorhidric și, de regulă, sunt reabsorbiți în porțiunea terminală a tractul gastrointestinal. Concentrația ionilor de clor și a altor anioni este asigurată de mecanisme reglatoare secundare. De exemplu, ionii de clor sunt atrași electric de către ionii de sodiu în timpul reabsorbției.

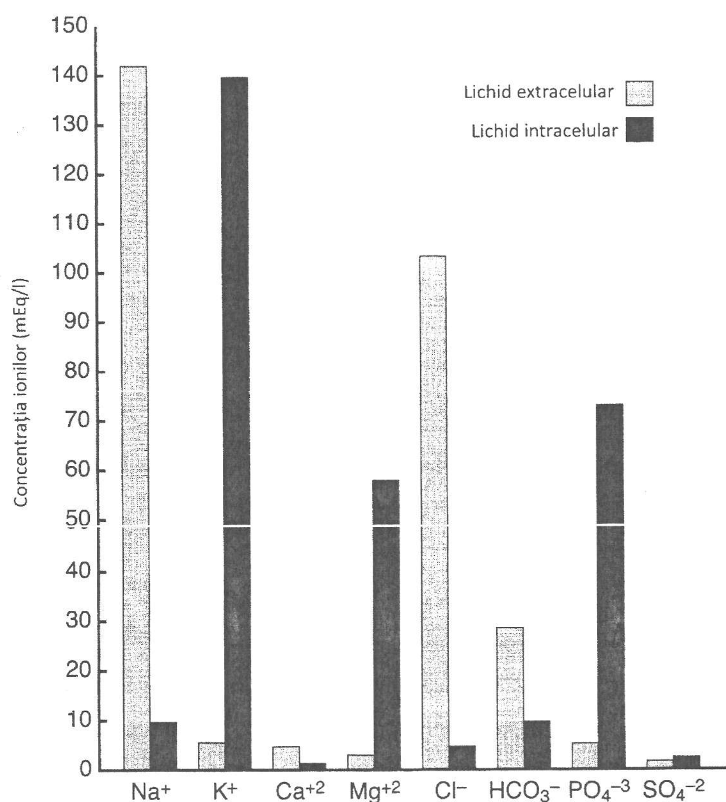


FIGURA 21.5 Concentrațiile relative ale diferiților ioni în lichidele intra- și extracelulare ale organismului.

ECHILIBRUL ACIDO-BAZIC

Echilibrul între acizii și bazele din organism este influențat de reglarea concentrației ionilor de hidrogen în lichidele organismului. Această concentrație, exprimată sub formă de pH, influențează activitatea enzimelor celulare și menține structura celulară normală și permeabilitatea membranei celulare.

După cum s-a amintit, acizii (de exemplu acidul clorhidric și acidul lactic) sunt compuși chimici care eliberează ioni de hidrogen în soluție, în timp ce bazele (hidroxidul de sodiu și amoniacul) acceptă ioni de hidrogen dintr-o soluție. **Acizii tari** sunt aceia care produc un număr maxim posibil de ioni de hidrogen și disociază complet în ioni, spre deosebire de acizii slabi. Acidul clorhidric este un acid tare, în timp ce acidul carbonic este unul slab.

Există multe surse de ioni de hidrogen în procesele metabolice ale organismului. De exemplu, în timpul respirației, dioxidul de carbon reacționează cu apa și formează acid carbonic, care apoi disociază și formează ioni de bicarbonat și de hidrogen. Degradarea acizilor grași și a aminoacizilor produce, de asemenea, acizi.

Reglarea concentrației ionilor de hidrogen în organism se realizează în primul rând cu ajutorul sistemelor tampon acido-bazice, prin activitatea centrului respirator din creier și prin intervenția rinichilor.

SISTEMELE TAMPON

Un **sistem tampon** este o soluție care împiedică modificările substanțiale ale pH-ului atunci când cantități mici de acid sau bază sunt adăugate soluției. De obicei, un sistem tampon conține un acid slab și o sare a acestuia. Un exemplu este **sistemul acid carbonic-bicarbonat de sodiu**: acesta este o soluție ce conține atât acid carbonic, cât și bicarbonat de sodiu. Dacă se adaugă un acid puternic, precum acidul clorhidric, acesta va reacționa cu ionii de bicarbonat (HCO_3^-) ai bicarbonatului de sodiu ($NaHCO_3$) și va produce acid carbonic și clorură de sodiu. Acidul carbonic este un acid mai slab decât acidul clorhidric și, astfel, creșterea numărului ionilor de hidrogen din soluție va fi minimă. Acidul carbonic disociază apoi în apă și dioxid de carbon, iar moleculele de apă ajută la eliminarea ionilor de hidrogen ai acidului, în timp ce dioxidul de carbon crește frecvența respiratorie pentru a elimina atomii de carbon (Figura 21.6). Dacă unei soluții i se adaugă o bază puternică, precum hidroxidul de sodiu, aceasta va reacționa cu acidul carbonic din sistemul tampon, va produce bicarbonat de sodiu, o bază mai slabă decât hidroxidul de sodiu și astfel se va produce o modificare minimă a pH-ului.

Un alt sistem tampon este **sistemul tampon fosfat**. Acesta constă din fosfat monoacid de sodiu (Na_2HPO_4) care este o bază slabă, și fosfat diacid de sodiu (NaH_2PO_4) care este un acid slab.

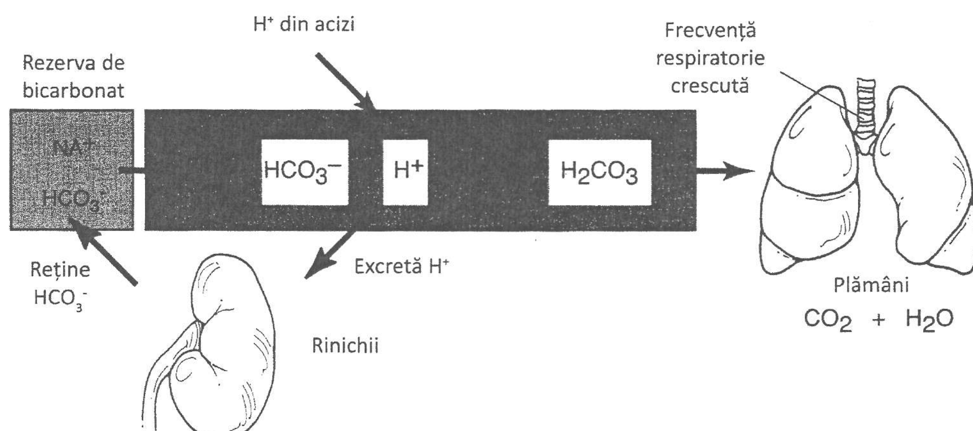


FIGURA 21.6 Acțiunea tampon a ionilor bicarbonat (HCO_3^-) din bicarbonatul de sodiu ($NaHCO_3$) atunci când ionii de hidrogen proveniți de la un acid intră în sistem. Ionii de hidrogen reacționează cu bicarbonatul și produc acid carbonic, care disociază în dioxid de carbon și apă. Apa este eliminată din organism pe diferite căi, iar CO_2 stimulează frecvența respirației pentru a elimina prin plămâni excesul de atomi de carbon. Ionii de hidrogen sunt, de asemenea, eliminați prin rinichi unde sunt folosiți și pentru a forma o rezervă de ioni bicarbonat.

Cel mai puternic sistem tampon din organism este **sistemul tampon al proteinelor**, care constă din proteinele intracelulare (de exemplu hemoglobina) și proteinele plasmatice extracelulare (albumina). Proteinele au grupări amino și grupări carboxil în aminoacizii constituenți. Grupările amino acționează ca baze, iar grupările carboxil ca acizi. Prin eliberarea ionilor de hidrogen din grupările carboxil sau prin acceptarea ionilor de hidrogen de către grupările amino, proteinele acționează ca acizi sau baze și se comportă ca un sistem tampon.

REGLAREA ECHILIBRULUI ACIDO-BAZIC PRIN RESPIRAȚIE

În sistemul nervos central se găsește centrul respirator care ajută la reglarea concentrației ionilor de hidrogen prin controlul frecvenței și amplitudinii respirației (Capitolul 17). De exemplu, când producția de dioxid de carbon crește la nivel celular, cum se întâmplă în efortul fizic, crește conținutul de acid carbonic din sânge. Acesta disociază și eliberează ioni de hidrogen care produc creșterea acidității sângelui. Aciditatea stimulează receptorii chimici ai centrului respirator, iar acesta crește frecvența și amplitudinea respirației pentru a elimina mai mult dioxid de carbon din plămâni. Prin pierderea dioxidului de carbon, concentrația ionilor de hidrogen scade, deoarece există mai puțin acid carbonic în sânge.

DE REȚINUT
Ventilația deficitară poate determina acidoză respiratorie, iar hiperventilația poate cauza alcaloză respiratorie.

Dacă respirația este îngreunată, de exemplu în pneumonie sau bronșită, dioxidul de carbon se acumulează și cauzează **acidoza respiratorie**.

Dimpotrivă, hiperventilația cauzează pierdere de dioxid de carbon și rezultă **alcaloza respiratorie**.

REGLAREA RENALĂ A ECHILIBRULUI ACIDO-BAZIC

Rinichii reglează echilibrul acido-bazic la diferite niveluri, în timpul excreției ionilor de hidrogen în urină. De exemplu, moleculele de dioxid de carbon difuzează din plasmă în celulele epiteliale ale tubilor renali și formează, împreună cu apa, acidul carbonic. Acesta se transformă în ioni de hidrogen și ioni de bicarbonat, iar ionii de hidrogen sunt transportați în lumenul tubular pentru a fi excretați în urină. Astfel, aciditatea plasmatică se reduce.

De asemenea, pe măsură ce ionii de hidrogen sunt secretați, ionii de sodiu sunt preluați în celulele epiteliale ale tubilor. Ionii de sodiu și de bicarbonat sunt transportați din celulele tubulare în interstițiul renal și apoi în sânge. Când sângele este alcalin, secreția ionilor de hidrogen descrește și scade nivelul lor în urină. Ionii de bicarbonat sunt reabsorbiți în cantitate mai mică, rămân în urină și sunt eliminați. Pierderea ionilor de bicarbonat ameliorează alcaloza (pentru că ionul bicarbonat se comportă ca o bază).

Reglarea este realizată și prin sistemul tampon fosfat. Sistemul tampon fosfat se concentrează în tubii renali și leagă ionii de hidrogen din lichidul tubular pentru a-i elimina prin urină. Astfel, ionii de hidrogen pot fi eliminați eficient fără a produce o urină prea acidă, fapt care ar putea dăuna celulelor din tractul urinar. Tamponarea se face, de asemenea, și prin sistemul amoniac-ioni de amoniu, prezenți în lumenul tubular. Amoniacul reacționează cu ionii de hidrogen formând ioni de amoniu, eliminând astfel ionii de hidrogen din sistem.

Statusul acido-bazic al organismului se evaluează în sângele arterial sistemic. pH-ul normal al sângelui arterial este de 7,4, în timp ce, în mod normal, sângele venos și lichidul interstițial sunt ușor mai acide. Scăderea pH-ului arterial sub 7,35 este denumită **acidoză**, în timp ce creșterea peste 7,45 este denumită **alcaloză**. Când cauza nu este respiratorie, atunci este metabolică și se denumește **acidoză metabolică** sau **alcaloză metabolică**. O persoană cu diabet dezechilibrat poate dezvolta acidoză metabolică datorită corpilor cetonici acumulați în organism.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Substanțele care disociază în componente încărcate electric atunci când se dizolvă în apă se numesc ______________________.
2. O bază este un compus chimic care preia ioni de hidrogen dintr-o soluție și lasă astfel soluția cu un exces de ______________________.
3. O baza întâlnită în mod uzual în organism este ______________________.

4. Într-o soluție, un acid eliberează ______________________.

5. Apa reprezintă aproximativ 50% din greutatea corpului în mod normal la un adult de sex ______________________.

6. Lichidele din interiorul celulelor corpului formează un compartiment numit ______________________.

7. Lichidele din compartimentul extracelular conțin aproximativ ______________________ din totalul apei din corp.

8. Aproximativ 75% din lichidul extracelular se găsește în lichidul interstițial și în ______________________.

9. Lichidul sinovial, transpirația și lichidul cerebro-spinal sunt diferite tipuri de ______________________.

10. Concentrația proteinelor din lichidul interstițial este de obicei scăzută, dar este ridicată în ______________________.

11. Apa părăsește organismul în urma proceselor fiziologice din plămâni, piele, intestine și ______________________.

12. Mecanismul principal prin care apa se deplasează din interstițiu în interiorul celulei și din celulă în afara ei este ______________________.

13. Majoritatea mișcărilor apei între plasmă și lichidul interstițial se datorează prezenței ______________________.

14. Mecanismul setei este reglat de către un centru nervos situat în ______________________.

15. Reabsorbția tubulară a apei din tubii renali este controlată de un hormon numit ______________________.

16. Aldosteronul controlează reabsorbția apei din rinichi prin intermediul activității sale de reabsorbție a ______________________.

17. Vâscozitatea sângelui și lungimea vasului de sânge influențează curgerea sângelui prin factorul numit ______________________.

18. Mecanismul ce controlează fluxul de apă între plasmă și lichidul interstițial este denumit ______________________.

19. Presiunea apei din sânge este denumită ______________________.

20. Presiunea coloid-osmotică din capilare depinde de prezența în plasmă a ______________________.

21. Conform legii lui Starling, la capătul arterial al capilarului apa părăsește capilarul și intră în lichidul interstițial pentru că presiunea hidrostatică este mai mare decât ______________________.

22. Pierderea apei la capătul arterial al capilarului este similară cu procesul ce are loc în glomerulul renal și de aceea se numește ______________________.

23. La capătul venos al capilarului, apa părăsește spațiul interstițial și intră în capilare pentru că presiunea coloid-osmotică este mai mare decât ______________________.

24. Mișcarea apei la capătul venos al capilarului se numește ______________________.

25. Mișcarea fluidelor între spațiul interstițial și cel intracelular este controlată de presiunea numită ______________________.

26. Prezența unei cantități de apă anormal de mare în spațiul interstițial cauzează ______________________.

27. Ionii încărcați negativ se numesc ______________________.

28. Electroliții ajung în organism prin ingestia de apă, reacții metabolice și ______________________.

29. Aproximativ 90% din cationii lichidului extracelular constau în ______________________.

30. Aparatul juxtaglomerular al nefronului secretă o substanță ce reglează nivelul sodiului, numită ______________________.

31. Eliberarea aldosteronului care reglează reabsorbția sodiului în tubii renali este stimulată de o substanță numită ______________________.

32. Pe lângă reglarea concentrației ionilor de sodiu, aldosteronul reglează și nivelul de ______________________.

33. Niveluri excesive ale ionilor de potasiu pot cauza fibrilații ale ______________________.

34. Ionul care intervine în coagularea sângelui, contracția musculară și conducerea nervoasă, și care este în același timp o componentă structurală a osului și a dinților, este ______________________.

35. Reglarea nivelului de calciu în organism se realizează prin hormoni secretați de glandele paratiroide și de ______________________.

36. Numărul maxim de ioni de hidrogen într-o soluție este generat de un ______________________.

37. Un exemplu de acid slab este ______________________.

38. Concentrația ionilor de hidrogen în lichidele corpului se exprimă ca și ______________________.

39. Un sistem tampon este folosit pentru a preveni modificări substanțiale ale ______________________ soluției.

40. O soluție tampon conține de obicei un acid slab și o ______________________.

41. Proteinele acționează ca un sistem tampon puternic în organism deoarece conțin grupări carboxil și ______________________.

42. Centrul respirator ajută la reglarea echilibrului acido-bazic prin controlul frecvenței ______________________.

43. În timpul unui efort fizic intens, celulele cresc producția de dioxid de carbon, care duce la creșterea conținutul sanguin de ______________________.

44. Una dintre cele mai importante proteine plasmatice care au rol de tampon este ______________________.

45. Rinichii ajută la menținerea echilibrului acido-bazic prin excretarea ionilor de hidrogen în ______________________.

46. În rinichi, în caz de alcaloză se excretă ______________________.

47. Ionii de hidrogen pot fi eliminați prin reacția între hidrogen și amoniac pentru a produce ______________________.

48. Pentru determinarea statusului acid sau bazic al organismului se prelevează probe din ______________________.

49. În mod normal, pH-ul sângelui arterial este ______________________.

50. Dacă nivelul pH-ului crește peste nivelul normal, este vorba de ______________________.

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere*: Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Următorii sunt electroliți importanți în organism, *cu excepția*
   A. ionilor de potasiu
   B. ionilor de carbon
   C. ionilor de clor
   D. ionilor de sodiu

2. O bază este definită ca un compus chimic care
   A. scoate ionii de hidrogen dintr-o soluție
   B. adaugă clorură de sodiu unei soluții
   C. adaugă ioni de hidrogen unei soluții
   D. elimină ionii de sodiu dintr-o soluție

3. Compartimentul fluid intracelular se referă la apa ce se află în
   A. oase
   B. spațiile din afara celulelor
   C. zonele din tractul gastrointestinal
   D. toate celulele corpului

4. Aproximativ o treime din apa corpului se află în
   A. rinichi și vezica urinară
   B. sânge
   C. compartimentul extracelular
   D. compartimentul transcelular

5. Lichidul interstițial este în general sărac, în timp ce plasma este bogată în
   A. ioni de hidrogen
   B. ioni de sodiu și clor
   C. proteine
   D. carbohidrați

6. Apa părăsește organismul prin următoarele mecanisme, *cu excepția*
   A. aerului expirat
   B. reacțiilor metabolice din celule
   C. transpirației
   D. fecalelor

7. În procesul de osmoză
   A. apa se deplasează dintr-o zonă cu concentrație crescută de solviți, într-una cu concentrație joasă de solviți
   B. apa se deplasează dintr-o zonă cu concentrație scăzută de solviți, într-una cu concentrație crescută de solviți
   C. ionii de sodiu se mișcă printr-o membrană semipermeabilă
   D. ionii de clor urmează mișcările sodiului spre o regiune cu concentrație joasă

8. Când concentrația solviților este aceeași în interiorul și în afara celulelor, atunci
   A. apa părăsește celulele
   B. apa intră în celule
   C. apa iese din celule în mediul transcelular
   D. presiunea osmotică este zero

9. Osmoreceptorii sesizează scăderea volumului sanguin și creșterea concentrației sodiului, și stimulează
   A. activitatea rinichilor
   B. secreția salivară
   C. setea
   D. secreția progesteronului

10. Aldosteronul și ADH-ul au un rol important în
   A. balanța hidrică a corpului
   B. reglarea concentrației de acizi din corp
   C. stimularea dorinței conștiente de a bea apă
   D. activitatea sistemelor tampon

11. Legea Starling a capilarelor indică
   A. direcția de curgere a lichidelor între spațiul interstițial și capilare
   B. ce nivel de proteine există în plasma sanguină
   C. eficiența reninei
   D. trecerea ionilor de sodiu și clor prin peretele capilar

12. La extremitatea venoasă a capilarului apa intră în capilar pentru că
    A. presiunea hidrostatică este mai mare decât cea coloid-osmotică
    B. ionii de potasiu se găsesc în interiorul capilarelor
    C. în lichidul interstițial se află o concentrație de acid mai mare
    D. presiunea coloid-osmotică o depășește pe cea hidrostatică

13. Care din următoarele pot fi o cauză a apariției edemelor în țesuturi?
    A. scăderea presiunii sanguine
    B. scăderea nivelului de proteine în plasmă
    C. ingestia unei cantități mari de carbohidrați prin dietă
    D. reducerea temperaturii la suprafața pielii

14. 90% dintre cationii lichidului extracelular sunt
    A. ioni hidroxil
    B. ioni de calciu
    C. ioni de sodiu
    D. ioni bicarbonat

15. Eliberarea aldosteronului din corticala suprarenalei este legată de prezența
    A. angiotensinei II sintetizată în plămâni
    B. reninei produse în măduva osoasă
    C. parathormonului secretat în paratiroide
    D. hormonilor sexuali, estrogen și progesteron

16. Scăderea concentrației sodiului din sânge stimulează producția de
    A. ioni de potasiu din hidroxid de potasiu
    B. ioni de hidrogen din acizi tari
    C. renină în nefroni
    D. limfă în capilarele limfatice

17. Concentrația potasiului în sânge este reglată de
    A. enzimele potasiului
    B. aldosteron
    C. nivelul proteinelor plasmatice
    D. conținutul acid din sânge

18. Creșterea nivelului de potasiu din corp poate duce la
    A. aritmii cardiace
    B. scăderea contractilității musculare
    C. acumulare de acid în corp
    D. fibrilații cardiace

19. Sucul gastric conține
    A. calciu
    B. albumine
    C. angiotensină
    D. ioni de clor

20. Un exemplu de acid tare din organism este
    A. acidul carbonic
    B. acidul propionic
    C. acidul acetic
    D. acidul clorhidric

21. Un sistem tampon conține
    A. un acid tare și o bază a lui
    B. un acid tare și o sare a lui
    C. un acid slab și o bază tare
    D. un acid slab și o sare a acestui acid

22. Grupările carboxil ale aminoacizilor din proteine
    A. funcționează ca și baze
    B. preiau ioni de hidrogen din mediul înconjurător
    C. cresc aciditatea mediului înconjurător
    D. reacționează cu aminoacizii din proteine

23. Frecvența și amplitudinea respirației au un efect reglator asupra
    A. echilibrului acido-bazic
    B. metabolismului proteic
    C. cantității de apă ingerată
    D. ratei de degradare a grăsimilor

24. Pierderea ionilor bicarbonat prin urină
    A. amelioreaza statusul de alcaloză
    B. crește excreția de proteine din corp
    C. are efect asupra conducerii nervoase
    D. modifică temperatura cutanată

25. Hiperventilația produce creșterea eliminării de dioxid de carbon prin plămâni și
    A. acidoza metabolică
    B. alcaloză metabolică
    C. alcaloză respiratorie
    D. acidoză respiratorie

***SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals**: La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Un acid este un compus chimic care eliberează ioni de hidrogen într-o soluție.

2. Un adult de sex masculin are aproximativ 50% din greutatea corporală reprezentată de apă.

3. Compartimentul fluid extracelular constă din totalitatea lichidelor corpului din afara celulelor.

4. Aproximativ o pătrime din compartimentul fluid intracelular este plasma sanguină.

5. Lichidul transcelular este separat de alte lichide ale corpului prin stratul celulelor musculare.

6. Lichidul interstițial este în general bogat în proteine.

7. În general, cantitatea de apă ce iese din corp este mai mare decât cea care intră.

8. Când se pierd ioni din mediul extracelular, apa tinde să treacă prin membrana celulară în afara celulei.

9. Excesul de lichide și proteine poate fi înlăturat din lichidul interstițial de către sistemul circulator pentru a restabili homeostazia.

10. Locația osmoreceptorilor implicați în reglarea echilibrului hidric este într-un centru nervos din talamus.

11. Creșterea cantității de ADH în tubii renali duce la creșterea volumului de urină excretată de rinichi.

12. Legea lui Boyle stabilește sensurile de deplasare ale lichidelor între capilar și spațiul interstițial.

13. Presiunea exercitată de apă în sânge este presiunea coloid-osmotică a sângelui.

14. La extremitatea arterială a capilarului apa părăsește capilarul pentru că presiunea hidrostatică este mai mare decât presiunea coloid-osmotică.

15. Edemele reprezintă o cantitate anormal de mare de lichide în spațiul interstițial cauzată de presiunea sanguină crescută sau de alte situații.

16. Anionii, ca de exemplu sodiul, sunt ioni cu sarcină pozitivă.

17. Când scade volumul sanguin, substanța numită angiotensină este eliberată din nefronii rinichiului.

18. Angiotensina II stimulează setea și inhibă secreția de hormon antidiuretic și ACTH.

19. Aldosteronul reglează nivelul de ioni de sodiu și de calciu.

20. Ionii de clor au rol în coagularea sângelui, contracția musculară, conducerea nervoasă, și în construcția dinților și a oaselor.

21. Într-un sistem tampon, o bază tare va reacționa cu un acid tare pentru virarea minimă spre alcalin a soluției.

22. Cel mai puternic sistem tampon din organism este sistemul tampon al clorurii de sodiu.

23. Creșterea metabolismului celular duce la scăderea concentrației de dioxid de carbon din sânge.

24. Statusul acido-bazic se evaluează din sângele sistemic venos.

25. Când pH-ul sanguin scade sub 7,35, datorită schimbului gazos inadecvat din plămâni, apare acidoza metabolică.

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

Doris s-a rătăcit în deșert de două zile și are cu ea foarte puțină apă. Ce hormon ar trebui să fie în concentrație crescută în acest caz? Explicați de ce.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A – Completare

1. electroliți
2. ioni hidroxil
3. amoniacul
4. ioni de hidrogen
5. feminin
6. compartimentul fluid intracelular
7. o treime
8. limfă
9. lichide transcelulare
10. plasmă
11. rinichi
12. osmoza
13. proteinelor
14. hipotalamus
15. antidiuretic (ADH)
16. ionilor de sodiu
17. rezistență
18. legea Starling a capilarelor
19. presiune hidrostatică
20. proteinelor
21. presiunea coloid-osmotică
22. filtrare
23. presiunea hidrostatică
24. reabsorbție
25. presiune osmotică
26. edeme
27. anioni
28. alimente
29. ioni de sodiu
30. renină
31. angiotensină II
32. ioni de potasiu
33. cordului (inimii)
34. calciul
35. glanda tiroidă
36. acid tare
37. acidul carbonic
38. pH
39. pH-ului
40. sare
41. grupări amino
42. respirației
43. acid carbonic
44. albumina
45. urină
46. ioni bicarbonat
47. ioni de amoniu
48. sângele arterial sistemic
49. 7,4
50. alcaloză

SECŢIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

1. B	6. B	11. A	16. C	21. D
2. A	7. B	12. D	17. B	22. C
3. D	8. D	13. B	18. D	23. A
4. C	9. C	14. C	19. D	24. A
5. C	10. A	15. A	20. D	25. C

SECŢIUNEA C – Adevărat/Fals

1. A
2. 60%
3. A
4. extracelular
5. epiteliale
6. sărac
7. egală cu
8. interiorul
9. limfatic
10. hipotalamus
11. scăderea
12. Starling
13. hidrostatică
14. A
15. A
16. cationii
17. renină
18. stimulează
19. potasiu
20. calciu
21. slab
22. proteinelor
23. creşterea
24. arterial
25. acidoză respiratorie

SECŢIUNEA D – Studiu de caz

Este de aşteptat să crească nivelul de ADH, pentru că organismul lui Doris încearcă să-şi conserve apa din corp şi să elimine doar urină foarte concentrată. ADH-ul este secretat pentru a preveni deshidratarea.

22



Sistemul reproducător masculin

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă concepte de bază ale anatomiei și fiziologiei sistemului reproducător masculin. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- identificați structurile anatomice ale sistemului reproducător masculin;
- asociați organele de reproducere masculine și glandele anexe cu funcțiile lor;
- identificați funcțiile celulelor testiculare interstițiale și sustentaculare (de susținere);
- identificați etapele spermatogenezei și funcțiile celulelor germinale;
- prezentați caracteristicile spermei și să asociați componentele ei cu funcțiile organelor anexe care le produc;
- identificați structurile și procesele implicate în mecanismul erecției peniene;
- explicați controlul procesului de ejaculare;
- explicați controlul hormonal al structurilor sistemului reproducător masculin;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sistemul reproducător masculin este responsabil pentru producerea, stocarea, nutriția și transportul celulelor reproducătoare masculine. Celulele reproducătoare se numesc **gameți**. Sistemul reproducător masculin și feminin prezintă numeroase structuri similare: două organe de reproducere, numite **gonade**, care produc gameți și hormoni; **ducte** care primesc și transportă gameții; **glande și organe anexe**, care secretă lichide ce sunt transportate prin ducte; și un număr de organe și glande auxiliare asociate procesului de reproducere, numite **organe genitale externe**. Sistemul reproducător masculin este tratat în acest capitol, sistemul reproducător feminin fiind prezentat în Capitolul 23.

TESTICULELE

Testiculele sunt organele masculine de reproducere (Figura 22.1). Funcția lor este de a produce spermatozoizii și hormonii care intervin în procesele de reproducere masculină. Testiculul este un organ de formă ovalară, aplatizat, ce are aproximativ 5 cm lungime și 2,5 cm lățime.

Testiculele se găsesc în **scrot**, o structură sacciformă (în formă de „sac"), cu pereți groși, multistratificați, suspendată sub perineu și anterior de anus. Scrotul este împărțit în două compartimente separate, câte unul pentru fiecare testicul. Limita dintre cele două compartimente este marcată de o proeminență îngroșată, localizată pe suprafața scrotală, cunoscută sub numele de **rafeu**. În straturile profunde ale pielii scrotului se află un mușchi subțire neted, numit **mușchiul dartos**. Când acesta se contractă, conferă un aspect încrețit suprafeței scrotului.

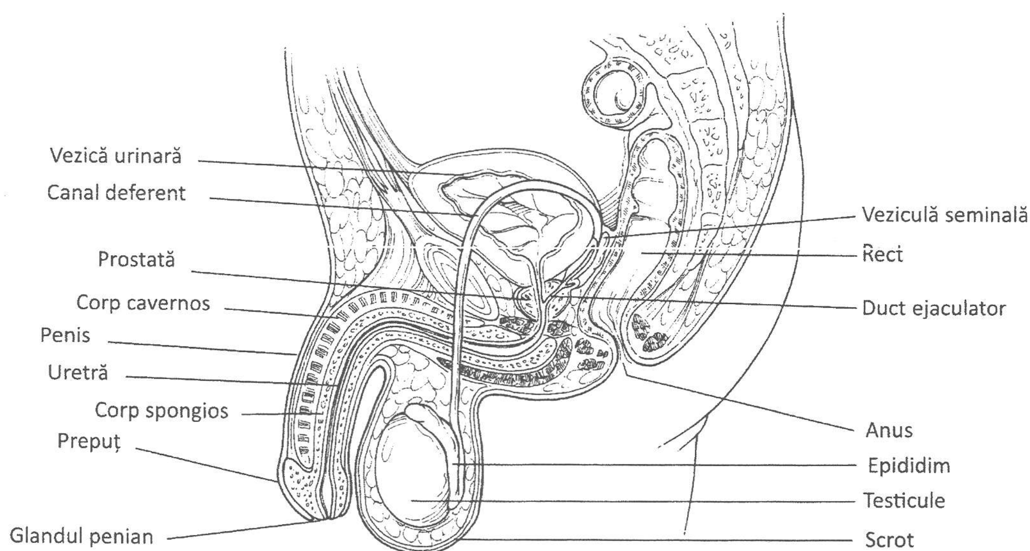


FIGURA 22.1 Imagine a sistemului reproducător masculin privit din partea laterală stângă.

DEZVOLTAREA TESTICULELOR

Testiculele se dezvoltă în timpul vieții fetale în cavitatea abdominală, lângă rinichi. Până la sfârșitul lunii a șaptea de sarcină, testiculele coboară în scrot, traversând musculatura abdominală; după naștere, în scrot temperatura este cu câteva grade mai scăzută decât în cavitatea abdominală. Un cordon de țesut fibros, numit **gubernaculum** este responsabil pentru tracționarea testiculelor în scrot. Dacă această coborâre nu are loc, se produce afecțiunea numită **criptorhidie**, situație care poate necesita intervenție chirurgicală pentru a aduce testiculele în scrot. Criptorhidia poate duce la infertilitate, deoarece temperatura din cavitatea abdominală este prea mare pentru producerea de spermatozoizi.

Pe măsură ce testiculul traversează peretele abdominal, el este însoțit de vase de sânge, nervi și de ductul deferent, structura tubulară care pleacă de la nivelul testiculelor (Tabelul 22.1). Împreună, aceste structuri formează **cordonul spermatic**. Canalul ce străbate peritoneul și care leagă compartimentele scrotului de cavitatea peritoneală este numit **canalul inghinal**. Acesta este un punct de slabă rezistență în peretele abdominal și în peritoneu, și poate fi locul de producere a herniilor inghinale. **Herniile** sunt protruzii ale oricărei structuri abdominale prin peretele abdominal.

TABELUL 22.1 ORGANELE IMPORTANTE ALE SISTEMULUI REPRODUCĂTOR MASCULIN

Organ	Funcție
Testicule	Produc hormoni sexuali masculini
Tubi seminiferi	Locul în care sunt produși spermatozoizii
Celule interstițiale	Produc hormoni sexuali masculini
Epididim	Locul unde se maturează spermatozoizii; transportă spermatozoizii spre ductul deferent
Ductul deferent (vas deferens)	Transportă spermatozoizii spre ductul ejaculator
Vezicula seminală	Secretă un lichid alcalin ce conține nutrienți și prostaglandine
Glanda prostatică (prostata)	Secretă un lichid alcalin cu rolul de a neutraliza lichidul seminal și de a îmbunătăți motilitatea spermatozoizilor
Glanda bulbouretrală	Secretă mucus ce lubrifiază capătul penisului și substanțe alcaline care neutralizează aciditatea
Scrot	Conține și protejează testiculele
Penis	Transportă urina și sperma în afara corpului; organ al actului sexual; glandul penian este asociat cu senzații de plăcere în timpul stimulării sexuale

Fiecare testicul este format din mai mulți lobuli, separați între ei prin țesut conjunctiv. Lobulii, la rândul lor, sunt constituiți dintr-o serie de tubi strâns încolăciți (contorți), numiți **tubi seminiferi** (Figura 22.4). Epiteliul tubilor seminiferi este compus din două tipuri de celule: celule germinale, care produc spermatozoizii, și **celule sustentaculare** (sau de susținere). Între tubii seminiferi există o serie de **celule interstițiale**. Celulele interstițiale produc hormonii sexuali masculini, numiți androgeni, inclusiv testosteron. Fiecare testicul este învelit la exterior de o capsulă conjunctivă.

DE REȚINUT
Spermatozoizii sunt produși în tubii seminiferi.

Tubii seminiferi se unesc pentru a forma un plex, numit **rete testis (rețeaua testiculară)**. O serie de canale eferente, ce își au originea în porțiunea superioară a testiculelor, drenează rete testis, după care intră într-un tub încolăcit, cunoscut sub numele de **epididim**.

SPERMATOGENEZA

Procesul prin care iau naștere spermatozoizii se numește **spermatogeneză**. Spermatogeneza începe la nivelul stratului cel mai extern de celule germinale din tubii seminiferi. Celulele primordiale (stem), numite **spermatogonii** produc, prin diviziuni mitotice, celule, care sunt treptat împinse înspre lumenul (interiorul) tubului seminifer. Aceste celule sunt numite **spermatocite primare** (Figura 22.2). Spermatocitele suferă apoi o diviziune **meiotică**, un proces în care spematocitele cu 46 de cromozomi per celulă, suferă o diviziune reducțională, pentru a da naștere unor celule cu 23 de cromozomi per celulă (Tabelul 22.2). Celulele care rezultă din meioză sunt numite **spermatide**. Spermatidele se maturează și formează **spermatozoizii**, prezenți în lumenul tubului seminifer.

TABELUL 22.2 ETAPELE CELOR DOUĂ FAZE ALE MEIOZEI

Faza	Procesul
Faza I (prima diviziune meiotică)	
Profaza I	Cromozomii omologi formează o tetradă în cadrul complexului sinaptonemal. Cromatidele cromozomilor omologi se suprapun, formând chiasme. Segmentele de cromatide pot trece de pe o cromatidă pe alta, crescând variabilitatea genetică
Metafaza I	Cromozomii pereche se grupează independent, pe măsură ce se aliniază în placa metafazică (ecuatorială)
Anafaza I	Cromozomii pereche se separă și se deplasează spre polii opuși ai celulei. Centromerii cromozomilor duplicați nu se divid
Telofaza I și **Citokineza**	Cromozomii pereche separați sunt distibuiți în mod egal între cele două celule fiice
Faza II (a doua diviziune meiotică)	
Profaza II	Cromozomii se condensează și se deplasează spre centrul celulei
Metafaza II	Centromerii se aliniază la placa metafazică (ecuatorială)
Anafaza II	Centromerii se separă, cromozomii pereche se deplasează spre polii opuși
Telofaza II și **citokineza**	Se formează patru celule fiice haploide, fiecare cu exact jumătate din numărul de cromozomi (23) față de celula mamă

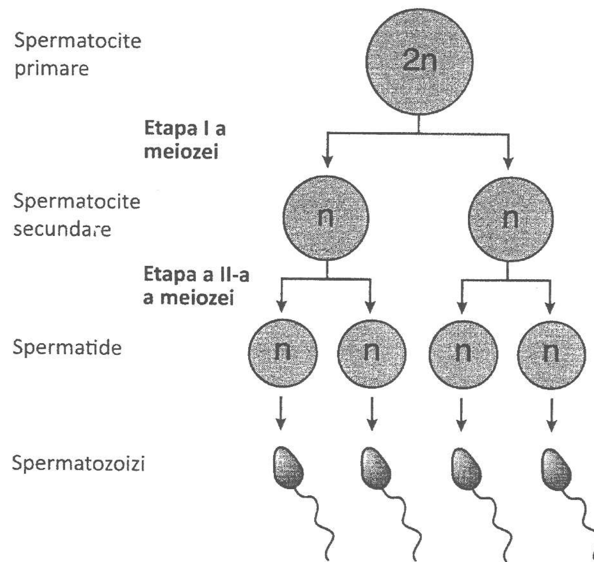


FIGURA 22.2 Formarea spermatozoizilor prin procesul de meioză. Spermatogoniile formează spermatocitele primare, care au 46 de cromozomi (diploide, 2n). Spermatocitele primare intră în Faza I a meiozei, unde trec printr-o diviziune reducțională și produc spermatocite secundare cu 23 de cromozomi (haploide, n). În faza a II-a a meiozei, numărul de cromozomi rămâne același, celulele se dublează pentru a produce 4 spermatide, fiecare cu câte 23 de cromozomi. Spermatidele se transformă în spermatozoizi maturi.

SPERMATOZOIZII

Rolul testiculelor este de a produce spermatozoizi. Fiecare spermatozoid are trei regiuni distincte: cap, corp și coadă.

Capul spermatozoidului este ovoid, aplatizat, condensat, cu un nucleu ce conține 23 de cromozomi. Extremitatea cefalică a capului spermatozoidului prezintă o zonă numita **acrozom**, sau **cap acrozomial**, care conține enzime cu rol în fertilizare. **Gâtul** spermatozoidului este foarte scurt, iar **corpul** conține microtubuli înconjurați de un strat intern de filamente groase și un strat extern ce conține mitocondrii. În mitocondrii se produce ATP-ul necesar pentru mișcările cozii spermatozoidului. **Coada** spermatozoidului conține filamente groase, înconjurate de un înveliș membranos (membrana celulară). Ea acționează ca un flagel, ce se mișcă și împinge astfel spermatozoidul înainte (Figura 22.3).

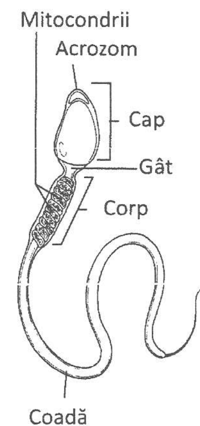


FIGURA 22.3 Spermatozoidul uman. Sunt ilustrate componentele structurale cele mai importante. Nucleul, care conține 23 de cromozomi, este elementul cheie al spermatozoidului.

Celulele sustentaculare (de susținere) funcționează ca o barieră între vasele de sânge și testicule, protejând spermatozoizii în curs de dezvoltare de sistemul imunitar. **Celulele interstițiale** produc hormoni sexuali masculini, inclusiv testosteron, asigurând în testicul o concentrație mare de testosteron, necesară pentru producerea spermatozoizilor.

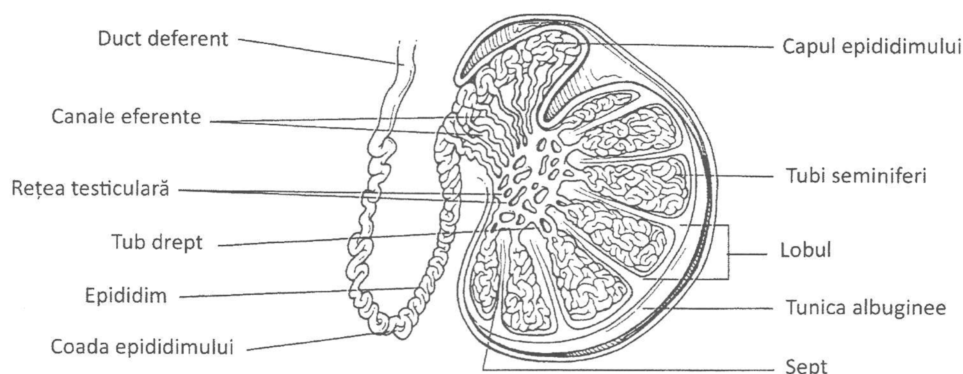


FIGURA 22.4 Sistemul de ducte ce pornesc de la nivelul testiculelor. Celulele spermatice se formează în tubii seminiferi și trec prin rete testis și prin canalele eferente până în epididim. Coada epididimului se continuă cu ductul deferent, care transportă spermatozoizii în afara testiculului.

DUCTE ȘI ORGANE ANEXE

O serie de ducte și organe anexe contribuie la îndeplinirea funcțiilor fiziologice ale testiculelor, prin evacuarea spermatozoizilor din organism și prin activarea lor.

CĂILE SISTEMULUI REPRODUCĂTOR MASCULIN

Pentru a ajunge în mediul extern, spermatozoizii maturi trec printr-un sistem de ducte cu mai multe subdiviziuni. Prima subdiviziune a sistemului este **epididimul**. Spermatozoizii maturi ajung în epididim din canalele eferente care provin din rețeaua testiculară. Epididimul se află de-a lungul marginii posterioare a testiculelor și constă dintr-un tub alungit, răsucit și încolăcit.

Celulele care căptușesc epididimul ajustează compoziția lichidului spermatic prin adăugarea de secreții. pH-ul lichidului este acid, datorită produșilor de degradare ai spermei stocate. Epididimul este și locul unde sunt resorbiți spermatozoizii deteriorați și reziduurile. De asemenea, este locul de maturare a spermatozoizilor, proces care are loc într-o perioadă de aproximativ două săptămâni. După maturare, spermatozoizii devin mobili.

După ce părăsesc epididimul, spermatozoizii intră în canalul următor, **ductul deferent**, numit și **vas deferens**. Ductul deferent este o extensie tubulară a epididimului, ce traversează canalul inghinal în cavitatea abdominală. În cavitatea abdominală, ductul deferent trece pe deasupra vezicii urinare, spre marginea postero-superioară a glandei prostatice. Chiar înainte de a ajunge la glanda prostatică, ductul deferent se lărgește într-o porțiune denumită **ampulă**. Funcția ductului deferent este de a propulsa și conduce lichidul seminal de la epididimul fiecărui testicul. La nivelul ampulei, cele două ducte deferente se unesc cu ductele care vin de la veziculele seminale. Prin unirea lor se formează **ductele ejaculatoare**. Aceste ducte, relativ scurte, traversează prostata și își varsă conținutul în uretră (Figura 22.5).

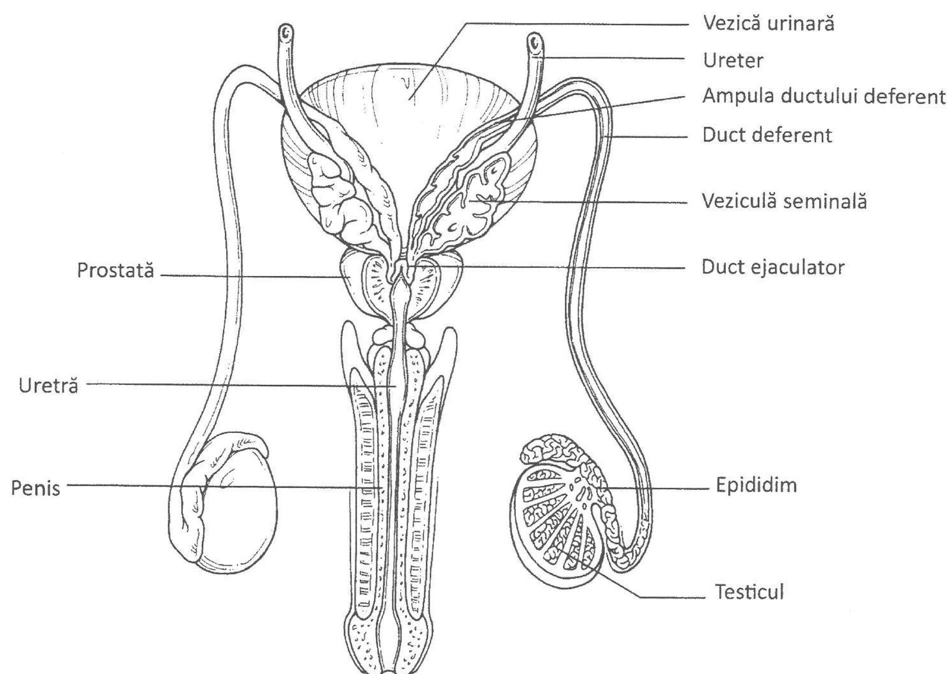


FIGURA 22.5 Ductele și organele anexe ale sistemului reproducător masculin. Ductul deferent, care transportă spermatozoizii, se extinde prin canalul inghinal, trece pe lângă vezica urinară și se alătură ductului din vezicula seminală pentru a forma ductul ejaculator. Acesta din urmă traversează prostata și se unește cu uretra. Uretra se extinde prin penis la exterior.

Uretra se întinde de la vezica urinară la vârful penisului. Ea este împărțită în trei porțiuni: porțiunea prostatică, membranoasă și peniană. **Uretra prostatică** trece prin mijlocul prostatei, primind secrețiile acesteia. **Uretra membranoasă** este un segment scurt ce străbate planșeul muscular al cavității pelvine. **Uretra peniană** se extinde prin penis la **meatul uretral extern** din vârful penisului și primește secrețiile glandelelor bulbouretrale.

ORGANE ANEXE

Există mai multe organe anexe care secretă fluide necesare formării spermei, sau servesc drept organe pentru transportul acesteia în timpul copulației. Un astfel de organ este **vezicula seminală**. Vezicula seminală este un organ pereche, alcătuit din structuri sacciforme, drenate de niște ducte care fuzionează cu ductul deferent. Vezicula seminală secretă și hormoni, cunoscuți sub numele de prostaglandine, și adaugă fluide nutritive (în special fructoză) pentru a asigura substanțe nutritive spermatozoizilor în timpul procesului de ejaculare. Lichidul produs este alcalin pentru a neutraliza aciditatea ce se dezvoltă în epididim, iar lichidul produs de vezicula seminală reprezintă aproximativ 60% din volumul total al lichidului seminal ce intră în compoziția spermei.

Un alt organ auxiliar important este **glanda prostatică (prostata)**. Aceasta este o glandă unică, ce secretă un lichid ușor alcalin, ce contribuie la mobilitatea spermatozoizilor prin neutralizarea acidității naturale din vagin. Prostata conține fibre musculare netede cu rol de suport, și înconjoară uretra. Creșterea ei în dimensiuni la vârstnici poate îngreuna urinarea. Secreția prostatei constituie aproximativ 30% din volumul lichidul seminal.

Glandele bulbouretrale sunt două glande mici, situate în apropiere de baza penisului. Ele secretă mucus lubrifiant și substanțe alcaline care neutralizează aciditatea vaginală și activează spermatozoizii. Secrețiile glandelor bulbouretrale, ale prostatei, veziculei seminale și ale testiculelor, împreună cu spermatozoizii, formează **sperma**.

Un alt organ auxiliar este **penisul**. Penisul are rol în micțiune și copulație. Este alcătuit din baza penisului sau rădăcina, corpul (axul) și glandul penian. Glandul este porțiunea care înconjoară meatul uretral extern. Un pliu de piele numit **prepuț**, înconjoară vârful penisului. Circumcizia este intervenția chirurgicală prin care se îndepărtează prepuțul.

DE REȚINUT
Sperma conține spermatozoizi și produși de secreție ai veziculei seminale, glandei prostatice și ai glandelor bulbouretrale.

Cea mai mare parte a corpului penisului este reprezentată de trei mase de țesut erectil. Țesutul erectil conține un labirint de canale vasculare separate de țesut conjunctiv și fibre musculare netede. Cele trei mase de țesut erectil sunt **corpii cavernoși** (2) și **corpul spongios**. În timpul excitării sexuale, impulsurile din componenta parasimpatică a sistemului nervos determină dilatarea arteriolelor din țesutul erectil, ceea ce are drept consecință creșterea substanțială a fluxului sanguin în aceste țesuturi și colabarea venelor. Rețeaua vasculară devine congestionată cu sânge și are loc erecția. În timpul apogeului sexual, sperma ajunge prin uretră la meatul uretral extern. După ejacularea spermei, impulsuri din componenta simpatică a sistemului nervos provoacă constricția arteriolelor, ceea ce diminuă aportul de sânge. Pe măsură ce venele evacuează sângele din țesutul erectil, penisul devine flasc. Persistența stimulilor simpatici menține vasoconstricția și starea flască.

Volumul de spermă ejaculat în mod obișnuit măsoară aproximativ 2-5 mililitri. Acest volum, numit **ejaculat**, conține spermatozoizi, lichid seminal și enzime. Numărul spermatozoizilor este de aproximativ 20-100 de milioane pe mililitru de spermă. Lichidul este un amestec de secreții glandulare provenite din organele anexe. Enzimele din lichidul spermatic includ o protează și alte enzime ce contribuie la fertilizare. Contracțiile peristaltice din căile sistemului reproducător deplasează sperma în timpul ejaculării. Contracțiile glandelor, prin evacuarea produsului lor de secreție, cresc volumul spermei.

HORMONII MASCULINI

Mai mulți hormoni contribuie la procesul de reproducere masculin. Hipofiza anterioară eliberează **hormonul foliculo-stimulant (FSH)**, precum și **hormonul luteinizant (LH)**.

FSH-ul induce spermatogeneza în tubii seminiferi, în timp ce LH-ul asistă spermatogeneza și stimulează producția de testosteron din celulele interstițiale (Tabelul 22.3).

Testosteronul, un hormon **androgen**, este un hormon sexual masculin, produs de celulele interstițiale ale testiculelor. La făt, testosteronul controlează diferențierea țesuturilor specifice sexului masculin și contribuie la coborârea testiculelor în scrot. Până la pubertate este produs puțin testosteron. După pubertate, testosteronul are numeroase funcții, cum ar fi inducerea maturării spermatozoizilor, asigurarea bunei funcționări a organelor anexe și a ductelor sistemului reproducător masculin, influențarea dezvoltării caracterelor sexuale secundare masculine, stimularea proceselor metabolice care au legătură cu sinteza proteinelor și creșterea masei musculare și influențarea comportamentului sexual și al apetitului sexual. Alți androgeni accelerează pubertatea și inițiază maturarea sexuală și apariția caracterelor secundare masculine.

Eliberarea de FSH și LH este reglată de un hormon hipotalamic, numit **hormonul eliberator al gonadotropinelor** (Gonadotropin Releasing Hormone GnRh). Împreună cu FSH-ul și LH-ul, acest hormon este implicat într-un mecanism de feedback negativ, pentru a controla sinteza și secreția testosteronului.

TABELUL 22.3 HORMONII SISTEMULUI REPRODUCĂTOR MASCULIN

Hormon	Origine	Efecte principale	Control
Hormonul eliberator al gonadotropinelor (GnRH)	Hipotalamus	Determină eliberarea de FSH și LH de la nivelul hipofizei; crește nivelurile sanguine ale FSH și LH	-
Hormonul foliculo-stimulant (FSH)	Hipofiză	Stimulează maturarea tubilor seminiferi și producerea spermei	Hipotalamus
Hormonul luteinizant (LH)	Hipofiză	Stimulează maturarea celulelor interstițiale	Hipotalamus
Testosteron	Testicule	Produce și menține caracterele sexuale masculine; inhibă producerea de LH	LH



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale sistemului reproducător masculin.

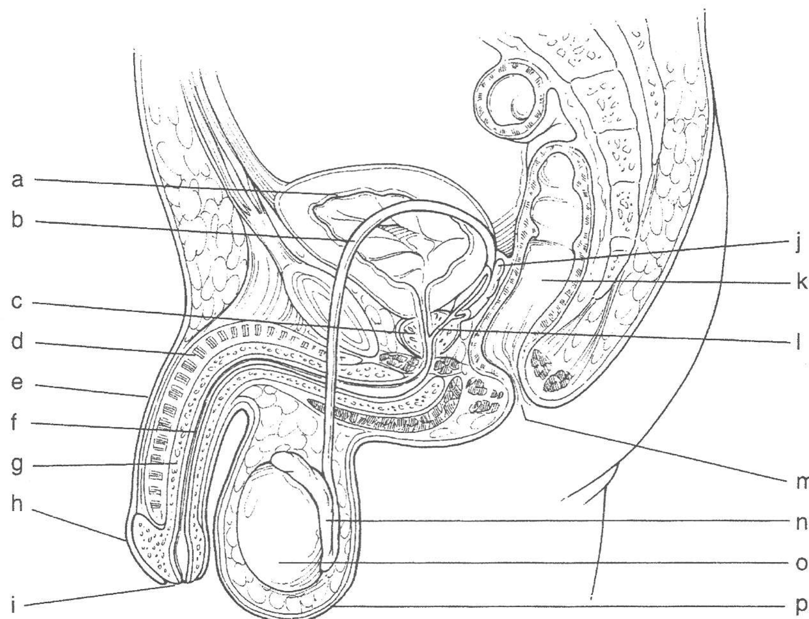


FIGURA 22.6

__ 1. anus
__ 2. corpi cavernoși
__ 3. corp spongios
__ 4. duct deferent
__ 5. duct ejaculator
__ 6. epididim
__ 7. glandul penian
__ 8. penis
__ 9. prepuț
__10. glanda prostatică (prostata)
__11. rect
__12. scrot
__13. veziculă seminală
__14. testicul
__15. uretră
__16. vezică urinară

SECȚIUNEA B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. O altă denumire pentru celulele reproducătoare este ________________.
2. Organele reproducătoare masculine sunt ________________.
3. Testiculele produc spermatozoizi și ________________.
4. Sub perineu se află suspendată o structură sacciformă (în formă de „sac") cu pereți groși, multistratificați, care conține testiculele șicare poartă denumirea de ________________.

5. Limita dintre cele două compartimente ale scrotului apare sub forma unei proeminențe cunoscută sub numele de ________________.

6. În straturile profunde ale pielii scrotului se află un mușchi neted subțire numit ________________.

7. Mușchiul neted subțire din straturile profunde ale pielii scrotului se contractă și conferă scrotului un aspect caracteristic, ________________.

8. La făt, testiculele coboară în scrot la sfârșitul lunii ________________ de sarcină

9. Lipsa coborârii testiculelor în scrot se numește ________________.

10. Nervii, ductele și vasele de sânge ce pleacă din testicule formează împreună ________________.

11. Canalul prin care cordonul spermatic trece în cavitatea peritoneală este ________________.

12. Tubii strâns încolăciți din structura lobulilor testiculari sunt cunoscuți sub denumirea de ________________.

13. Protejarea spermatozoizilor în curs de dezvoltare de sistemul imunitar masculin este realizată de către ________________.

14. Celulele dintre tubii seminiferi, producătoare de hormoni, se numesc ________________.

15. Celulele interstițiale ale testiculelor sunt responsabile pentru producerea ________________.

16. Plexul format prin unirea tubilor seminiferi este ________________.

17. Canalele eferente ce pornesc din rețeaua testiculară intră în ductul numit ________________.

18. Procesul prin care sunt produși spermatozoizii poartă denumirea de ________________.

19. Spermatozoizii sunt formați din celule primordiale numite ________________.

20. Spermatogeneza are loc în ________________.

21. Celulele produse prin diviziunea spermatogoniilor sunt ________________.

22. Procesul prin care spermatocitele formează spermatidele poartă denumirea de ________________.

23. Spermatidele se maturează și formează celule mature, cunoscute și sub denumirea de ________________.

24. În timpul meiozei, un spermatocit cu 46 de cromozomi va produce o spermatidă cu un număr de ________________ de cromozomi.

25. Cromozomii spermatozoizilor sunt aglomerați într-o porțiune denumită ________________.

26. Enzimele esențiale în fertilizare se găsesc într-o zonă a capului spermatozoizilor numită ________________.

27. Mitocondriile spermatozoizilor se găsesc într-o zonă cunoscută sub denumirea de ________________.

28. Coada spermatozoidului ajută la mișcarea acestuia acționând ca un ________________.

29. Locul de maturare al spermatozoizilor, cu durata de aproximativ două săptămâni, este într-un duct numit ________________.

30. Ductul în care sunt resorbiți spermatozoizii deteriorați și detritusurile este numit ________________.

31. O altă denumire pentru ductul deferent este ________________.

32. Prelungirea tubulară a epididimului ce se extinde prin canalul inghinal este ________________.

33. Chiar înainte de a ajunge la prostată, ductul deferent se lărgește într-o porțiune numită ________________.

34. În cavitatea abdominală, ductul deferent trece pe deasupra ________________.

35. La nivelul ampulei, ductul deferent se unește cu ductul ce pleacă din ________________.

36. Ductul care pornește din vezica urinară și se extinde până în vârful penisului se numește ________________.

37. Cele trei porțiuni ale uretrei sunt uretra membranoasă, uretra peniană și ________________.

38. Porțiunea peniană a uretrei primește secreții de la ________________.

39. Prostaglandinele și fluidele nutritive sunt adăugate spermei de către ________________.

40. Glanda care înconjoară uretra și produce un lichid cu rol în asigurarea mobilității spermatozoizilor se numește ________________.

41. La vârstnici poate să apără o micțiune îngreunată dacă se produce o mărire a ________________.

42. Cele două glande mici care secretă mucus și substanțe alcaline, localizate la baza penisului, sunt numite ____________________.

43. Capul, corpul și glandul sunt trei porțiuni ale ____________________.

44. Cea mai mare parte din penis este alcătuită din țesut ____________________.

45. Erecția penisului are loc după acumularea de ____________________.

46. Deschiderea penisului spre exterior se realizează prin ____________________.

47. Ejacularea conține un număr de aproximativ ____________________ de spermatozoizi pe mililitru de spermă.

48. Spermatogeneza este stimulată de hormonul hipofizar cunoscut sub numele de ____________________.

49. Hormonul masculin care favorizează maturarea spermatozoizilor și asigură buna funcționare a organelor anexe este denumit ____________________.

50. Numele generic al hormonilor masculini, care induce pubertatea și inițiază maturizarea sexuală este de ____________________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații.*

1. O altă denumire folosită pentru organele reproducătoare umane este
   A. organe genitale
   B. gameți
   C. gonade
   D. spermatogonii

2. Structurile anatomice asociate cu scrotul cuprind
   A. corpul cavernos și corpul spongios
   B. mușchiul dartos și rafeul
   C. gâtul și flagelul
   D. glandele sustenaculare și glanda prostatică

3. Criptorhidia este starea în care
   A. nu se dezvoltă ductul deferent
   B. scrotul este prea mic pentru a adăposti testiculele
   C. epididimul este blocat
   D. testiculele nu coboară în scrot

4. Cordonul spermatic are în componență următoarele structuri, *cu excepția*
   A. nervilor
   B. epididimului
   C. vaselor de sânge
   D. ductului deferent

5. Celulele care produc spermatozoizi sunt localizate în testicule în
   A. tubii seminiferi
   B. ductul deferent
   C. corpul spongios
   D. ampulă

6. Hormonii sexuali masculini sunt produși în testicule de către
   A. celulele interstițiale
   B. celulele sanguine
   C. celulele sustenaculare
   D. celulele prostatice

7. Spermatogeneza este procesul prin care
   A. se maturează spermatozoizii
   B. se adună spermatozoizii în ductul deferent
   C. spermatozoizii sunt ejaculați din corpul uman
   D. sunt produși spermatozoizii

8. Spermatocitele diferă de spermatide prin faptul că
   A. spermatocitele sunt produse în celulele interstițiale
   B. spermatocitele sunt produse de către prostată
   C. spermatocitele au mai mulți cromozomi
   D. spermatocitele se găsesc în corpul spongios

9. Cromozomii unui spermatozoid matur se găsec
   A. în flagel
   B. aglomerați în capul spermatozoidului
   C. în acrozomul spermatozoizilor
   D. în gâtul spermatozoizilor

10. Pentru a obține ATP-ul necesar, corpul spermatozoizilor are
   A. mulți ribozomi
   B. un număr mare de cromozomi
   C. multe mitocondrii
   D. un număr mare de fibrile

11. Epididimul primește spermatozoizii din
   A. rețeaua testiculară
   B. ductul deferent
   C. prostată
   D. penis

12. Ductul deferent este o extensie tubulară a
   A. uretrei prostatice
   B. uretrei membranoase
   C. ductul ejaculator
   D. epididimului

13. Ductul deferent trece în cavitatea abdominală prin
    A. ductul ejaculator
    B. canalul inghinal
    C. corpul spongios
    D. uretra membranoasă

14. Ductul care pornește din vezica urinară și se extinde până la vârful penisului se numește
    A. ductul seminal
    B. ductul ejaculator
    C. uretră
    D. ureterul

15. Secrețiile veziculei seminale
    A. sunt alcaline
    B. trec în testicule
    C. sunt acide
    D. conțin spermatozoizi

16. Următoarele afirmații sunt adevărate despre prostată, *cu excepția*
    A. glanda înconjoară uretra
    B. glanda contribuie cu aproximativ 30% la volumul spermei
    C. secreția glandei este acidă
    D. prostata este o glandă unică

17. Sperma conține secreții provenite de la următoarele structuri, *cu excepția*
    A. testiculelor
    B. penisului
    C. glandelor bulbouretrale
    D. glandei prostatice

18. Mărirea prostatei la vârstnici
    A. poate duce la sterilitate
    B. nu se întâmplă niciodată
    C. interferează cu secreții ale vezicii seminale
    D. poate îngreuna urinarea

19. În timpul erecției, țesutul erectil al penisului
    A. se umple cu sânge
    B. se contractă în scrot
    C. secretă lichid alcalin
    D. reabsoarbe spermatozoizi

20. Corpul cavernos și cel spongios sunt
    A. țesuturi erectile
    B. glande care adaugă secreții spermei
    C. locuri unde este stocată sperma
    D. zone unde este stocată urina până la eliminare

21. Dilatarea vaselor de sânge în țesutul erectil al penisului este controlată de
    A. sistemul nervos senzorial somatic
    B. sistemul nervos central
    C. sistemele nervoase simpatic și parasimpatic
    D. reflexe în măduva spinării

22. Volumul de spermă ejaculat în mod obișnuit conține
    A. 100000 spermatozoizi pe mililitru de spermă
    B. între 20 și 100 de milioane de spermatozoizi pe mililitru de spermă
    C. între 75 și 100 de spermatozoizi pe mililitru de spermă
    D. mai puțin de un milion de spermatozoizi pe mililitru de spermă

23. Procesul de formare al spermatozoizilor în testicule este influențat de
    A. calcitonină
    B. prolactină
    C. hormonul foliculo-stimulant
    D. tiroxină

24. Următoarele sunt caracteristice testosteronului, *cu excepția*
    A. asigură buna funcționare a organelor anexe ale tractului reproducător masculin
    B. influențează caracteristicile sexuale secundare masculine
    C. promovează sinteza proteică și creșterea musculară
    D. este produs de către tubii seminiferi din testicule

25. Denumirea generală pentru hormonii masculini este aceea de
    A. estrogeni
    B. timosine
    C. androgeni
    D. prostalglandine

***SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals**: La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Un nume alternativ pentru organele reproducătoare masculine este acela de gameți.
2. Cele două funcții principale ale testiculelor sunt de a produce spermatozoizi și hormoni necesari în procesul de reproducere.
3. Legătura dintre cele două compartimente ale scrotului este marcată printr-o proeminență îngroșată numită dartos.
4. În straturile profunde ale pielii scrotului se află un mușchi striat subțire, ce se contractă dând scrotului aspectul încrețit.
5. Testiculele se dezvoltă la un bărbat după naștere.
6. Lipsa coborârii testiculelor în scrot, poartă denumirea de acomodare.

7. Ductul prin care cordonul spermatic trece în cavitatea peritoneală este canalul pleural.
8. Tubii strâns încolăciți, cunoscuți sub denumirea de tubi interstițiali sunt locurile unde se produc spermatozoizii.
9. Funcția principală a celulelor interstițiale este de a produce hormoni sexuali masculini.
10. Spermatogeneza este procesul prin care se produc spermatozoizii la bărbați.
11. În procesul de meioză, o spermatidă se divide și produce celule cu 23 de cromozomi.
12. O altă denumire a spermatozoizilor este aceea de celulă germinală.
13. Acrozomul este localizat pe corpul (piesa mijlocie) a spermatozoidului matur.
14. Numărul cromozomilor prezenți în spermatozoidul matur este de 46.
15. Spermatozoidul este împins înainte de către coadă, cunoscută și sub numele de flagel.
16. Plexul tubilor seminiferi, ce se unesc pentru a pătrunde în epididim poartă denumirea de rafeu.
17. Locul de maturare a spermatozoizilor este ductul deferent.
18. Ductul ce pleacă de la testicule și trece prin canalul inghinal în cavitatea abdominală este epididimul.
19. Ductul ce se extinde de la vezica urinară la vârful penisului este ductul ejaculator.
20. Lichidul produs de vezicula seminală și de glanda prostatică este acid.
21. Mărirea veziculei seminale poate îngreuna urinarea la vârstnici.
22. Atunci când secrețiile glandelor bulbouretrale, ale glandei prostatice și veziculelor seminale se alătură spermatozoizilor, se formează sperma.
23. Pielea care înconjoară capul penisului și care este înlăturată prin circumcizie poartă denumirea de preput.
24. O masă de țesut erectil ce se găsește în penis este cunoscut sub denumirea de corp calos.
25. Un androgen care favorizează maturarea spermatozoizilor este FSH.

SECŢIUNEA E - Studiu de caz

Jacob este un băiețel de 6 luni căruia nu i-au coborât testiculele. De ce doctorul insistă să fie operat pentru a corecta această problemă? Care are fi consecințele în cazul în care băiețelul nu ar fi operat?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 22.6

1. m
2. d
3. g
4. b
5. l
6. n
7. i
8. e
9. h
10. c
11. k
12. p
13. j
14. o
15. f
16. a

SECȚIUNEA B – Completare

1. gameți
2. testiculele
3. hormoni
4. scrot
5. rafeu
6. dartos
7. încrețit
8. a șaptea
9. criptorhidie
10. cordonul spermatic
11. canalul inghinal
12. tubi seminiferi
13. celulele sustentaculare
14. celule interstițiale
15. hormonilor sexuali
16. rețeaua testiculară
17. epididim
18. spermatogeneză
19. spermatogonii
20. tubii seminiferi
21. spermatocitele
22. meioză
23. spermatozoizi
24. 23
25. capul spermatozoizilor
26. acrozom
27. corpul spermatozoizilor
28. flagel
29. epididim
30. epididim
31. vas deferens
32. ductul deferent
33. ampulă
34. vezicii urinare
35. veziculele seminale
36. uretră
37. uretra prostatică
38. glandele bulbouretrale
39. veziculele seminale
40. glandă prostatică (prostată)
41. glandei prostatice
42. glande bulbouretrale
43. penisului
44. erectil
45. sânge
46. meatul uretral extern
47. 20-100 milioane de spermatozoizi
48. hormon foliculo-stimulant (FSH)
49. testosteron
50. hormoni androgeni

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C	6. A	11. A	16. C	21. C
2. B	7. D	12. D	17. B	22. B
3. D	8. C	13. B	18. D	23. C
4. B	9. B	14. C	19. A	24. D
5. A	10. C	15. A	20. A	25. C

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. gonade
2. A
3. rafeu
4. neted
5. înainte de
6. criptorhidie
7. inghinal
8. seminiferi
9. A
10. A
11. spermatocit
12. A
13. capul
14. 23
15. A
16. rețea testiculară
17. epididimul
18. ductul deferent
19. uretra
20. alcalin
21. prostatei
22. A
23. A
24. corp cavernos
25. testosteronul

SECȚIUNEA E - Studiu de caz

Cavitatea abdominală are o temperatură prea ridicată pentu dezvoltarea spermatozoizilor. Fără intervenție chirugicală, Jacob va rămâne steril.

23



Sistemul reproducător feminin

CE VEŢI ÎNVĂŢA

Acest capitol tratează anatomia şi fiziologia sistemului reproducător feminin şi formarea ovulelor. Parcurgând acest capitol veţi învăţa să:

- identificaţi structurile sistemului reproducător feminin;
- sintetizaţi procesul ovulaţiei şi deplasarea ovocitului spre uter;
- diferenţiaţi părţile uterului şi ale peretelui uterin după funcţiile fiecăruia;
- caracterizaţi schimbările ce au loc în uter în asociere cu ciclul menstrual;
- corelaţi componentele vaginului şi ale vulvei cu funcţiile lor;
- descrieţi glandele mamare şi funcţiile lor;
- rezumaţi controlul hormonal şi desfăşurarea ciclului menstrual;
- sintetizaţi procesul ovogenezei şi dezvoltarea foliculului;
- diferenţiaţi stadiile formării şi transformării celulei-ou (zigotului) în embrion, apoi dezvoltarea acestuia până la naştere;
- recunoaşteţi aspectele particulare şi temporale ale fecundaţiei;
- descrieţi în rezumat capacitaţia (procesul de maturare finală) şi transportul spermatozoizilor;
- descrieţi pe scurt procesele de fecundaţie şi de implantare a celulei-ou;
- sintetizaţi controlul hormonal al sarcinii;
- identificaţi etapele de formare a foiţelor germinale, începând cu fecundaţia;
- prezentaţi pe scurt structurile ce derivă din foiţele germinale;
- corelaţi structura membranelor embrionare cu funcţia lor;
- rezumaţi dezvoltarea fetală;
- descrieţi pe scurt travaliul şi naşterea;
- identificaţi hormonii şi procesele implicate în lactaţie;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sistemul reproducător feminin produce, înmagazinează, hrănește și transportă celule reproducătoare numite **gameți**. Gameții includ spermatozoizii din sistemul reproducător masculin (Capitolul 22) și ovulele din sistemul reproducător feminin. Aceste celule se unesc în procesul fecundației, formând o singură celulă, celula-ou sau zigotul. Sistemul reproducător feminin include organele de reproducere (ovarele, de asemenea, cunoscute sub numele de **gonade**), responsabile pentru producerea gameților și a hormonilor; mai multe **ducte**, care primesc și transportă gameții, **glandele** și **organele anexe** care secretă lichide; structuri ale **organelor genitale externe** asociate cu sistemul reproducător (Figura 23.1).

Sistemul reproducător feminin include, de asemenea, structuri cu rol de nutriție și protecție a embrionului aflat în curs de dezvoltare, și a fătului în timpul sarcinii. După sarcină, glandele mamare asigură hrana nou-născutului.

Cele mai importante organe ale tractului genital feminin sunt cuprinse într-un pliu al peritoneului numit **ligamentul larg** al uterului. Trompele uterine se întind de-a lungul limitei superioare a ligamentului larg și se deschid în cavitatea pelvină, lateral de ovare. Ligamentul larg se fixează pe pereții laterali și pe planșeul cavității pelvine, iar epiteliul său se continuă cu epiteliul peritoneului parietal.

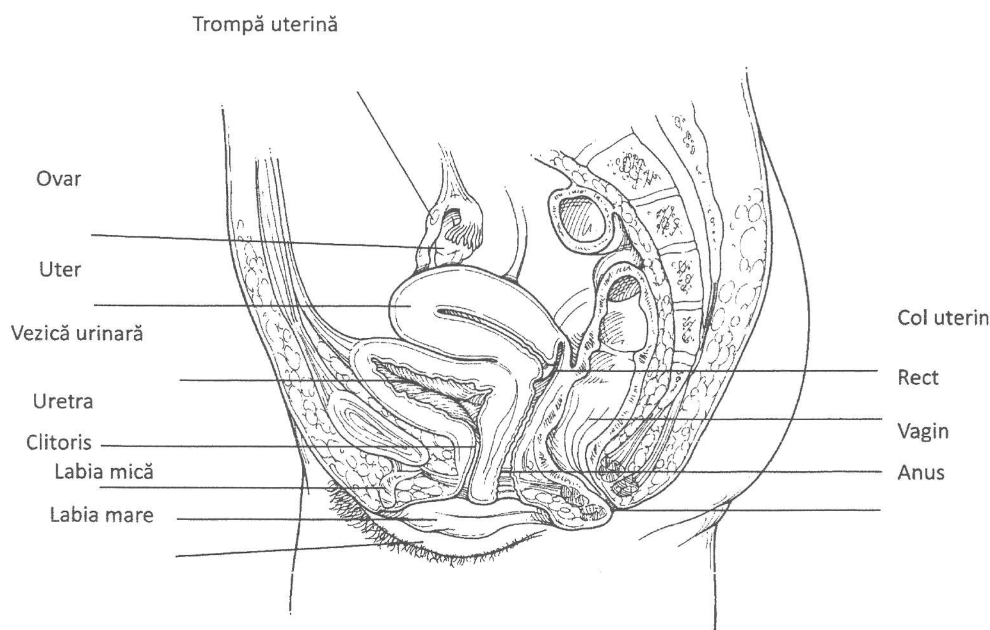


Figura 23.1 Tractul genital feminin văzut din partea laterală stângă. Sunt ilustrate cele mai importante organe și structuri ale sistemului reproducător feminin.

OVARELE ȘI ORGANELE ANEXE

În sistemul reproducător feminin, ovulele sunt produse la nivelul ovarelor și transportate apoi la exteriorul acestuia printr-o serie de organe anexe, care au și rol în dezvoltarea ovulului (ovocitului matur).

DE REȚINUT
Ovarele produc ovule și hormoni, estrogen și progesteron.

OVARELE

Ovarele sunt organe pereche care produc produc ovulele. Sunt de talie mică, de formă migdalată, și sunt situate în apropierea pereților laterali ai cavității pelvine. Ovarele sunt învelite de peritoneu, măsurând fiecare aproximativ 5 cm lungime și 2,5 cm lățime. Pe lângă producerea de ovocite, aceste organe secretă hormoni sexuali feminini numiți **estrogen** și **progesteron**. Fiecare ovar este susținut de o pereche de ligamente, numite **ligamentul ovarian** și **ligamentul suspensor** (Figura 23.2).

Ovarul conține numeroase grupuri de celule ce formează **foliculi**. Fiecare folicul prezintă câteva straturi de celule ce înconjoară **ovocitul** imatur. Ovocitele se maturează în interiorul foliculului și sunt eliberate prin procesul de **ovulație**. Ovulația are loc aproximativ la fiecare 28 de zile, iar după ovulație foliculul se reorganizează și devine o structură cunoscută sub numele de **corp galben** (corpus luteum). Corpul galben secretă hormoni. După aproximativ 14 zile, corpul galben regresează și devine **corp alb** (corpus albicans), producția de estrogen și progesteron încetează, ceea ce induce menstruația.

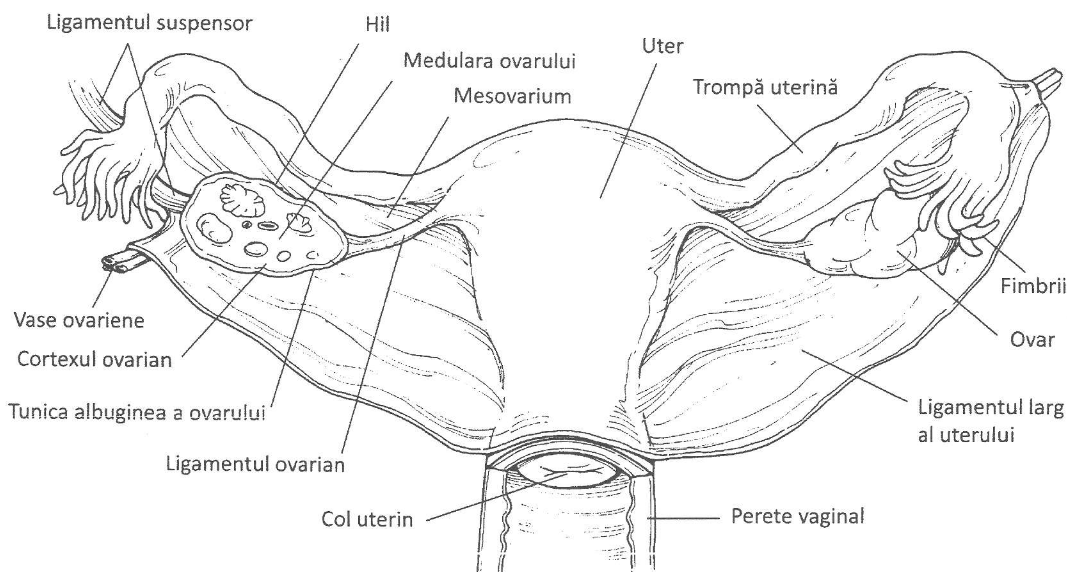


Figura 23.2 O imagine frontală a tractului genital feminin. Ovarele sunt în poziție anatomică, cuprinse în ligamentul larg. Fiecare ovar este susținut de ligamentul ovarian și de ligamentul suspensor. Se observă diferite aspecte anatomice ale ovarului. De-a lungul marginii superioare a ligamentului larg care duce la uter, se observă trompele uterine (trompele lui Falloppio). Vaginul a fost secționat pentru a prezenta deschiderea uterului în vagin.

TROMPELE UTERINE

Trompele uterine (cunoscute și sub denumirea de trompele lui Falloppio) măsoară, fiecare, aproximativ 12,5 cm lungime. În apropierea ovarului, capătul trompei se dilată și formează o structură cu aspect de pâlnie, numită **infundibul**. Infundibulul are nume-

roase proiecții neregulate, ramificate, numite **fimbrii**, ce se extind spre ovar. Segmentul alungit al trompei uterine, situat proximal de infundibul se numește **ampula**; ea se continuă cu **istmul**, un segment scurt, ce se unește cu peretele uterin și se deschide în cavitatea uterină.

Epiteliul ce tapetează ampula prezintă numeroase invaginații (buzunărașe) și pliuri, iar suprafața epitelială prezintă **cili**. Transportul ovulului prin trompa uterină este facilitat de către cili, precum și de contracțiile peristaltice ale mușchilor netezi din pereții acesteia. În mod normal, este nevoie de aproximativ trei-patru zile pentru ca un ovulul să treacă din infundibul în uter. Fecundarea poate să se producă doar dacă ovulul, pe traseul său prin trompa uterină, întâlnește spermatozoizi în primele două zile. Ovulele nefecundate degenerează în porțiunea terminală a trompelor uterine.

Când ovocitele sunt eliberate din foliculii ovarieni, acestea sunt prinse în trompele uterine de către fimbriile pulsatile. Este posibil ca ovulele să rateze intrarea în trompele uterine, ajungând în porțiunea pelvină a cavității abdomino-pelvine.

UTERUL

Uterul (denumit în trecut și **mitră**) este un organ cavitar, având în mod normal mărimea și forma unei pere, mai puțin în timpul sarcinii, când se mărește considerabil (Tabelul 23.1). Uterul este situat medial, în porțiunea anterioară a cavității pelvine, deasupra vaginului și a vezicii urinare. Uterul este susținut de ligamentul larg.

Uterul asigură protecție mecanică și aport nutritiv pentru dezvoltarea embrionului și a fătului. Partea superioară a acestuia, care prezintă pereți groși, se numește **corp uterin**. Porțiunea superioară, bombată, a corpului uterin se numește **fund uterin**, acesta fiind locul de unire cu trompele uterine. Porțiunea inferioară a uterului se numește istm. Istmul se continuă apoi cu colul uterin, numit **cervix**, o structură cu aspectul unui tub muscular, ce pătrunde pe o distanță scurtă în vagin. Cavitatea uterină se continuă cu canalul cervical, ce se deschide în vagin prin **orificiul extern** (vaginal) al colului uterin, locul în care sunt depozitați spermatozoizii în timpul actului sexual.

TABELUL 23.1 ORGANELE IMPORTANTE ALE SISTEMULUI REPRODUCĂTOR FEMININ

Organ	Funcție
Ovar	Produce ovule și hormoni sexuali feminini
Trompă uterină (Trompa lui Falloppio)	Transportă celula-ou (zigotul) aflată în diferite faze de dezvoltare spre uter; este locul fecundației
Uter	Protejează și hrănește fătul în timpul dezvoltării sale
Vagin	Organ cu rol în contactul sexual; conduce fătul în timpul nașterii; elimină mucoasa endometrială în timpul menstruației
Labia mare	Cuprinde și protejează organele reproducătoare externe
Labia mică	Formează marginile vestibulului; protejează deschiderea vaginului și a uretrei
Vestibul	Spațiu între labiile mici, ce include deschiderea vaginului și a uretrei

Peretele uterin este gros și este alcătuit din trei straturi. Stratul intern este numit **endometru**. Endometrul este compus dintr-un strat superficial mai gros, numit **strat funcțio-**

nal, și un strat profund, mai subțire, numit **strat bazal**. Stratul funcțional este locul unde se implantează embrionul. Când fecundația nu are loc, stratul funcțional al endometrului se desprinde în timpul **menstruației**. Stratul bazal asigură regenerarea stratului funcțional după menstruație. Stratul mijlociu al peretelui uterin este compus dintr-un strat gros de mușchi netezi, numit **miometru** (Figura 23.3). Acești mușchi se contractă ritmic în travaliul din timpul nașterii. Stratul extern al peretelui uterin este numit **perimetru**, sau **seroasă**. Acesta se continuă cu mezoteliul ligamentului larg.

DE REȚINUT
Embrionul, aflat în curs de dezvoltare, se fixează în endometrul uterului.

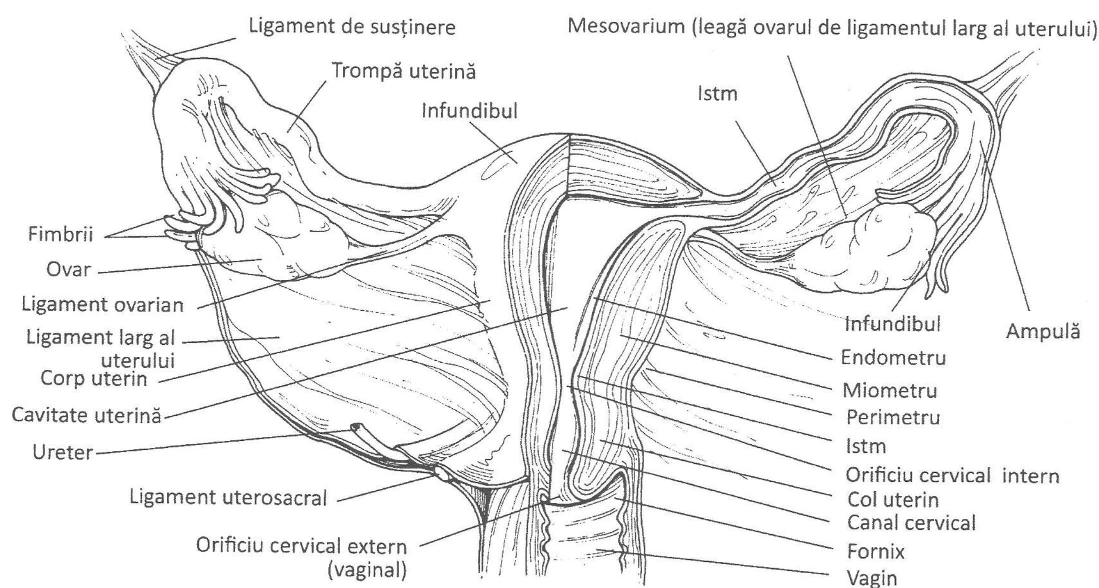


FIGURA 23.2 Uterul și trompele uterine susținute de ligamentul larg. Sunt ilustrate detalii anatomice ale trompelor uterine și deschiderea lor în uter. Observați structura musculară groasă a peretelui uterin și părțile sale anatomice. Se poate observa, de asemenea, comunicarea cu vaginul la nivelul colului uterin.

VAGINUL

Vaginul este un canal fibromuscular de aproximativ 9 cm lungime, ce se întinde de la colul uterin la **orificiul vaginal** de la nivelul vestibulului. Vaginul se poate destinde, și se extinde în sus și înspre posteriorul cavității pelvine. Vaginul este organul feminin al copulației, adesea fiind numit **canalul de naștere**. La locul de deschidere al colului uterin în vagin există un mic reces (nișă), cunoscut sub numele de **fornix**. Pereții vaginului conțin o rețea de vase sanguine și straturi de mușchi netezi. Înainte de debutul activității sexuale, o cută subțire de epiteliu, cunoscută sub numele de **himen** blochează parțial sau complet intrarea în vagin.

Vaginul are și rolul de a elimina fluidele în timpul menstruației. Este de asemenea locul în care pătrunde penisul în timpul actului sexual, servind și la depozitarea spermatozoizilor. În timpul nașterii, vaginul reprezintă calea de expulzare a nou-născutului.

ORGANELE GENITALE EXTERNE

Organele genitale externe se numără printre organele anexe ale tractului genital feminin. Sunt cunoscute sub denumirea generică de **vulvă**.

Vaginul se deschide prin orificiul vaginal într-o porțiune a vulvei numită **vestibul** (Figura 23.4). Această zonă conține mai multe structuri anatomice. Una din structuri, **clitorisul**, este o masă mică de țesut erectil, care proemină în vestibul și crește în dimensiuni în timpul excitării sexuale la femei. **Glandele vestibulare**, pereche (glandele Bartholin) și **glandele parauretrale** (glandele Skene) lubrifiază vaginul prin secrețiile lor, în timpul actului sexual. Vestibulul mai conține și deschiderea uretrei, cunoscută sub numele de **orificiu uretral**.

Vestibulul este delimitat de **labiile mici**, două pliuri alungite și delicate ale pielii care conțin glande sebacee. În partea posterioară, cele două labii mici se întâlnesc în zona cutanată dintre anus și vulvă a **perineului**.

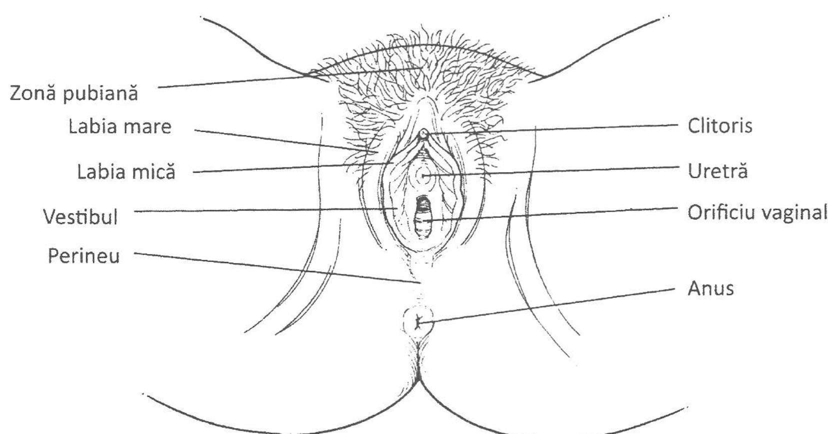


FIGURA 23.4 Organele genitale externe (vulva) ale sistemului reproducător feminin. Sunt ilustrate orificiile externe ale căilor urinare (uretra), de reproducere (vaginul), și ale tractului gastrointestinal (anusul).

Labiile mici, după cum le spune și numele, sunt mai mici decât **labiile mari**. Limitele (marginile) externe ale vulvei sunt delimitate de către zona pubiană și labiile mari. **Pubisul (mons pubis)** este o zonă proeminentă de țesut adipos acoperit de piele, situată în fața simfizei pubiene. După pubertate, această zonă este acoperită cu păr pubian. Labiile mari sunt două cute alungite ale pielii, care înconjoară și acoperă parțial labiile mici și structurile vestibulului. Conțin glande ce secretă un fluid care le lubrifiază pe suprafața internă.

GLANDELE MAMARE

După naştere, nou-născutul este alimentat la sân, cu lapte matern produs de **glandele mamare**, care sunt **glande de tip alveolar** (Figura 23.5). Acestea sunt situate în regiunea toracică anterioară, în ţesutul subcutanat, la nivelul sânilor. Producerea laptelui se numeşte **lactaţie**.

Glanda mamară este formată din mai mulţi lobi, fiecare lob fiind alcătuit din glande apocrine care secretă laptele (glande alveolare) şi care sunt drenate de ductele mamare. Lobii sunt delimitaţi de un ţesut conjunctivo-adipos şi se reunesc în porţiunea conică a fiecărui sân, numită **mamelon**. Pielea din jurul mamelonului are o culoare mai închisă decât pielea din jur şi se numeşte **areolă**. Areola conţine atât glande sebacee, cât şi glande sudoripare.

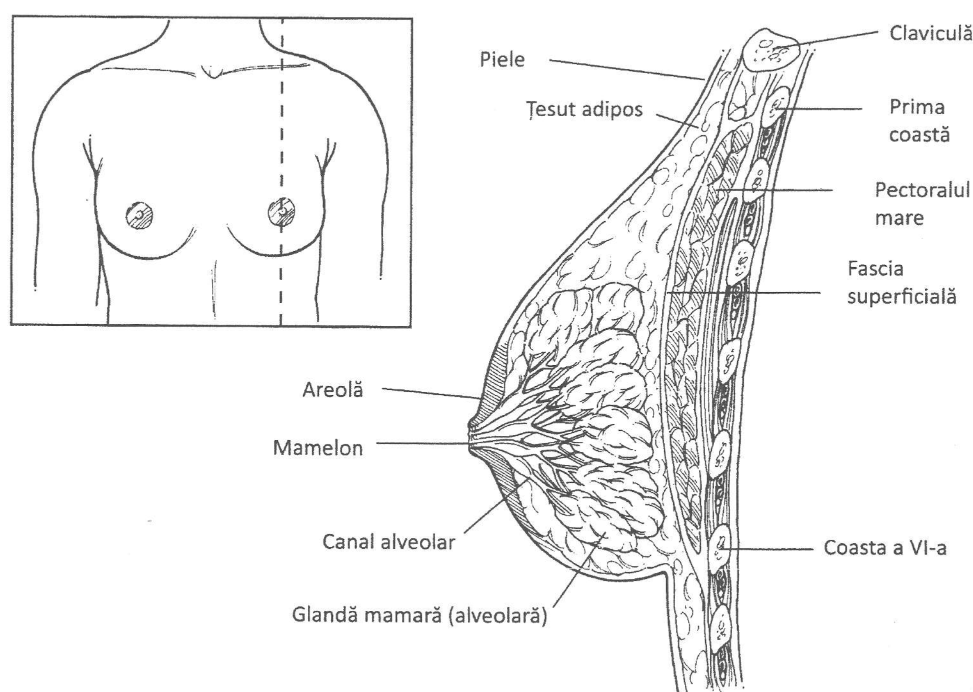


FIGURA 23.5 Secţiune sagitală la nivelul sânului, ilustrând relaţia anatomică a acestuia cu oasele şi muşchii subiacenţi. Glandele mamare (alveolare) ale sânului sunt drenate de către ductele mamare.

Secreţia laptelui este controlată de hormonul hipofizei anterioare, numit **prolactină**. Ejecţia laptelui este controlată de hormonul oxitocină, un hormon eliberat din lobul posterior al hipofizei, ca răspuns reflex la stimularea mecanică produsă prin supt. Secreţia se produce continuu, atâta timp cât eliminarea laptelui din glandele mamare este stimulată prin actul suptului.

DE REŢINUT
Prolactina stimulează secreţia laptelui; oxitocina controlează ejecţia laptelui.

FIZIOLOGIA REPRODUCERII LA FEMEIE

Fiziologia reproducerii la femeie descrie modificările sistemului reproducător feminin, asociate formării și fecundării ovulului.

CICLUL MENSTRUAL

Ciclul menstrual cuprinde modificările fiziologice și structurale din sistemul reproducător feminin, ca răspuns la modificările nivelului sanguin al hormonilor secretați de ovar. Ciclul menstrual durează aproximativ 28 de zile, ovulația producându-se de obicei la jumătatea acestei perioade.

Pe parcursul primelor 5 zile ale ciclului menstrual, stratul funcțional, îngroșat, al endometrului se desprinde de pe peretele uterin. Stratul bazal rămâne, din acesta urmând să se dezvolte un nou strat funcțional. Sângerarea (menstruația sau menstra) durează în general de la trei până la cinci zile, iar materialul eliminat este constituit din stratul funcțional al endometrului, secreții glandulare, mucus și sânge. Această etapă este denumită **faza menstruală**. În cursul acestei faze, nivelul sanguin al estrogenului și progesteronului este mic și începe regenerarea stratului funcțional al endometrului.

Între zilele 6-14 ale ciclului se dezvoltă foliculii ovarieni, iar stratul funcțional al endometrului se îngroașă. Această etapă se numește **faza proliferativă** a ciclului. În endometru se formează glande tubulare și aportul sanguin la nivelul endometrului crește. În această etapă crește nivelul estrogenului și al progesteronului, hormoni ce influențează regenerarea endometrului. **Ovulația** are loc aproximativ în zilele 12-14, fiind însoțită de o creștere bruscă a secreției de hormon luteinizant (LH) și o creștere a nivelului de estrogen și progesteron. După eliberarea ovocitului, foliculul ovarian rămas se transformă în corpul galben.

Între zilele 15-18 ale ciclului, corpul galben al ovarului secretă progesteron și cantități mici de estrogen. În uter, glandele endometriale încep să secrete nutrienți pentru hrănirea embrionului, în cazul în care acesta s-a format. Această fază este numită **faza secretorie** a ciclului (Figura 23.6).

Dacă fecundația nu are loc, corpul galben involuează, iar nivelul sanguin al estrogenului și progesteronului scade. În absența stimulului hormonal, corpul galben degenerează. În schimb, dacă fecundația se produce, corpul galben va fi stimulat de gonadotropina corionică, un hormon secretat de blastocistul rezultat după fecundație. În absența sarcinii, scăderea nivelului hormonilor ovarieni determină constricția vaselor de sânge (vasoconstricție), iar în lipsa unui aport sanguin adecvat celulele endometriale încep să se necrozeze. Menstruația începe aproximativ în a 28-a zi și corespunde primei zile a unui nou ciclu menstrual. Prima menstruație este denumită **menarhă**, iar perioada în care ciclurile menstruale încetează, **menopauză**.

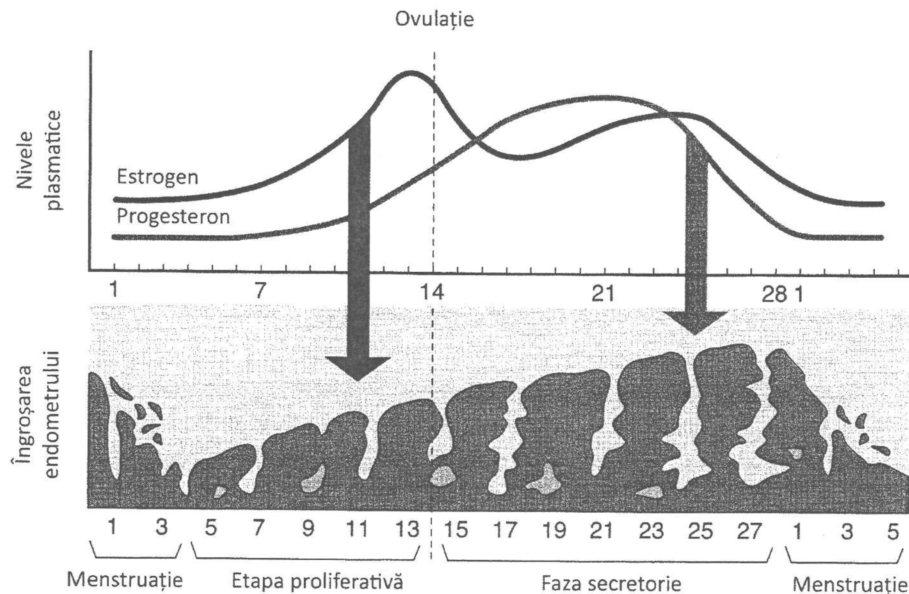


FIGURA 23.6 Ciclul menstrual. Menstruația durează câteva zile, urmează apoi faza proliferativă, între ziua a 6-a și ziua a 14-a, când se produce ovulația. Faza secretorie durează între zilele 15-28, completând ciclul. Observați nivelurile de estrogen și progesteron în timpul diferitelor faze. Se poate urmări, de asemenea, grosimea endometrului, efectul hormonilor asupra dezvoltării acestuia fiind ilustrat prin săgețile verticale.

OVOGENEZA

Procesul prin care se formează ovulele în ovar se numește **ovogeneză**. Ovogeneza începe înainte de naștere, în timpul vieții intrauterine. În acest stadiu, celulele germinale primitive, numite **ovogonii** (oogonii), intră în faza I a diviziunii meiotice, pe care însă nu o finalizează (rămânând în profaza I). Ele devin astfel **ovocite primare**. Există aproximativ 2 milioane de ovocite primare, fiecare ovocit fiind înconjurat de un număr variabil de straturi celulare, formând astfel **foliculii primari**. Foliculii primari sunt prezenți în ovarele femeii încă de la naștere; după naștere nu se mai produc alți foliculi primari. La pubertate rămân aproximativ 75.000 de foliculi.

La vârsta pubertății, hipotalamusul începe secreția **hormonului eliberator de gonadotropină (Gonadotropin-releasing hormone, GnRH)** (Tabelul 23.2). Acest hormon stimulează hipofiza anterioară să elibereze **hormonul foliculostimulant (FSH)**. FSH-ul stimulează creșterea și maturarea câte unui folicul pe lună. Maturarea se produce în ovare, de obicei alternativ. Toate procesele de maturare încep de la ovocitele primare deja prezente în ovar. LH-ul este un alt hormon secretat de hipofiză, care stimulează foliculul în curs de dezvoltare să producă estrogen și progesteron.

Maturarea unui folicul implică dezvoltarea celulelor foliculare și modificări ale ovocitelor primare. Ovocitul primar, care are 46 de cromozomi, își finalizează prima fază a **meiozei**, cu formarea a două celule, fiecare cu câte 23 de cromozomi (Figura 23.7). Una dintre aceste celule, **ovocitul secundar**, va forma ovulul matur, cu 23 de cromozomi; celula rămasă formează un **globul polar** nefuncțional, care în cele din urmă degenerea-

ză. Ovocitul secundar intră în a doua fază a meiozei (meioza II) și se oprește în metafaza II. Acest proces este stimulat de hormonul luteinizant (LH). În această fază, ovocitul secundar este cunoscut ca **ovul** sau **oocit**.

TABELUL 23.2 HORMONII SISTEMULUI REPRODUCĂTOR FEMININ

Hormon	Locul sintezei	Efecte principale	Control
Hormonul eliberator de gonadotropină (GnRH)	Hipotalamus	Stimulează producerea de FSH și LH de către hipofiză	
Hormonul foliculostimulant (FSH)	Hipofiză	Stimulează creșterea foliculului ovarian și producția de estrogen	Hipotalamus
Hormonul luteinizant (LH)	Hipofiză	Stimulează producția de progesteron și ovulația	Hipotalamus
Estrogenul	Ovar (folicul)	Stimulează dezvoltarea caracterelor sexuale feminine; îngroașă mucoasa uterului; inhibă producția FSH-ului	FSH
Prolactina	Hipofiză	Stimulează secreția laptelui	Hipotalamus
Oxitocina	Hipofiză	Stimulează eliberarea laptelui; stimulează contracțiile uterine în timpul menstruație și al nașterii	

Maturarea foliculului necesită aproximativ 14 zile, foliculul matur fiind denumit și **folicul vezicular**. Ovocitul se găsește într-o cavitate plină cu lichid numită **antru**, fiind înconjurat de **coroana radiată**, alcătuită din celule de susținere (Figura 23.8). După maturare, o creștere bruscă a nivelului de LH stimulează eliberarea ovocitului din folicul, prin procesul de **ovulație**. Apariția unei proeminențe pe suprafața ovarului indică începerea acestui proces.

Ovocitul matur este eliberat în cavitatea peritoneală, unde curenții de lichid din fimbriile mobile ale trompelor uterine îl transportă imediat în trompele uterine, de unde ajunge apoi în uter. Celulele foliculare reziduale din ovar sunt supuse unor modificări structurale și biochimice, controlate de LH, pentru a forma **corpul galben** (**corpus luteum**), o structură glandulară. Corpul galben rămâne activ aproximativ 12 zile și produce cantități mari de progesteron și estrogen, apoi, dacă nu are loc fecundația începe să degenereze. În cazul în care fecundația are loc, corpul galben continuă să secrete hormoni.

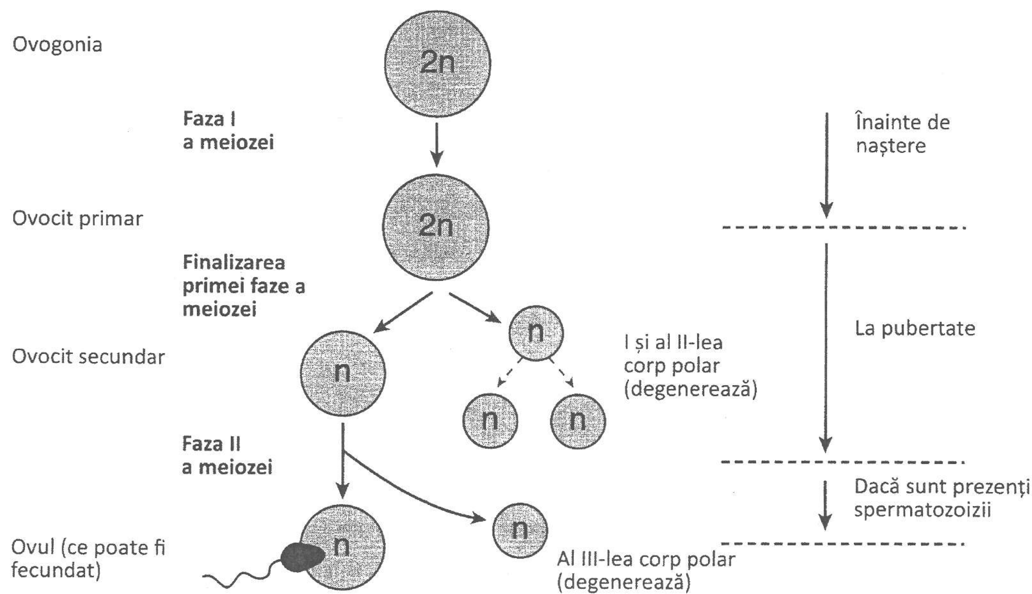


FIGURA 23.7 Formarea și dezvoltarea ovulului. Ovogonia este celula primordială, diploidă (2n), cu 46 de cromozomi. Înainte de naștere, ovogonia intră în faza I a diviziunii meiotice, transformându-se în ovocit primar, prezent la naștere în ovar. La pubertate, procesul continuă, iar ovocitul primar încheie prima fază a meiozei, formând ovocitul secundar. Această celulă este haploidă, având 23 de cromozomi (n număr de cromozomi). (Cealaltă celulă formată în faza I dă naștere primului globul polar și apoi, prin diviziunea acestuia, celui de al doilea globul polar, care degenerează). Ovocitul secundar începe a doua fază a meiozei. În prezența unui spermatozoid, ovocitul își finalizează această fază a meiozei și formează ovulul matur, cu 23 de cromozomi, precum și un al treilea globul polar. Ovulul se poate uni acum cu spermatozoidul în procesul de fecundație.

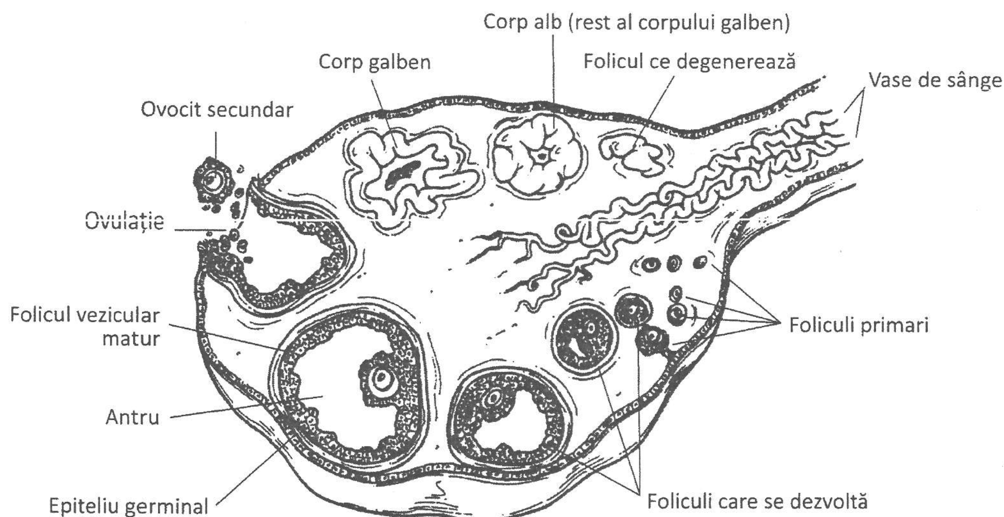


FIGURA 23.8 Evoluția proceselor care au loc lunar în ovar. Este ilustrată dezvoltarea foliculului matur, cu aspect veziculos, începând cu foliculul primar și continuând cu eliberarea ovocitului secundar, care devine apoi ovul matur (oocit). Corpul galben se formează din stucturile foliculului care rămân în ovar.

FECUNDAȚIA

Fecundația presupune unirea gameților în timpul reproducerii sexuate. În timpul **fecundației**, un spermatozoid care conține 23 de cromozomi se unește cu un ovul care conține 23 de cromozomi și formează un ovul fecundat (celulă-ou) cu 46 de cromozomi. Pentru ca spermatozoidul să se unească cu ovulul, acesta trebuie să fie capacitat. Capacitația presupune fragilizarea membranei spermatozoidului, pentru a permite eliberarea enzimelor din acrozom. Acest proces are loc pe măsură ce spermatozoizii înoată prin mucusul produs de organele sistemului reproducător feminin. Capacitația constă în modificarea structurii membranei celulare a spermatozoizilor, ceea ce permite eliberarea enzimelor din acrozom. Consecutiv, spermatozoidul se poate uni cu ovulul. Pentru ca un singur spermatozoid să fecundeze ovulul, sunt necesare enzimele eliberate din acrozomii unui număr mare de spermatozoizi.

Ovulul fecundat se numește **zigot**. Sexul zigotului este determinat de tipul de cromozomi. Dacă sunt prezenți doi cromozomi X, individul va fi de sex feminin, dacă este prezent un cromozom X și un cromozom Y, individul va fi de sex masculin.

De obicei, fecundația are loc în trompele uterine, după ce spermatozoizii depozitați în vagin înoată prin colul uterin și uter până la trompe (Figura 23.9). Enzimele din acrozomul spermatozoizilor digeră straturile celulare exterioare ale ovocitului, și numai un singur spermatozoid reușește să îl penetreze. Imediat după aceea, în membrana ovocitului au loc modificări ce fac imposibilă penetrarea altor spermatozoizi. În acest moment ovocitul își finalizează meioza, formând un ovul matur, cu 23 de cromozomi în nucleu, și un alt globul polar (care degenerează). Nucleul spermatozoidului, cu 23 de cromozomi, se unește cu nucleul ovulului, formându-se astfel nucleul zigotului cu 46 de cromozomi.

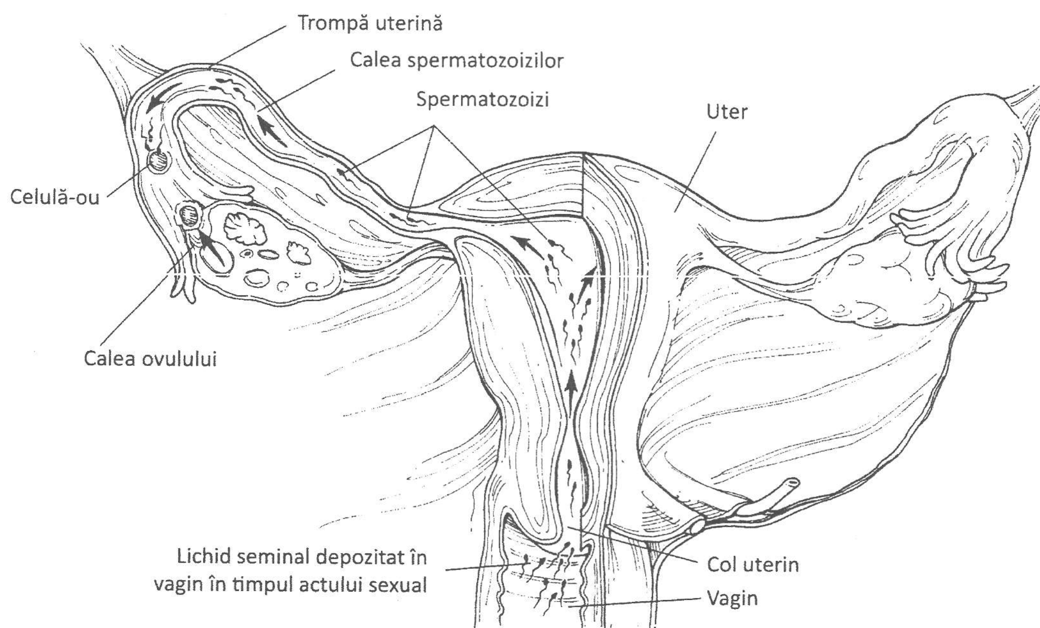


Figura 23.9 Fecundația în trompa uterină. Sunt ilustrate căile pe care le urmează spermatozoizii și ovulul, înainte de unirea lor în trompa uterină.

După fecundație, zigotul suferă un proces de **clivaj**, sau mitoză fără creștere celulară, pentru a forma 16 sau mai multe sfere unicelulare solide, numite **morulă**. Apoi, morula dezvoltă o structură celulară cavitară, plină cu lichid, numită **blastocist**, de aceeași dimensiune cu ovulul. Blastocistul coboară prin trompa uterină și ajunge la uter în aproximativ 4 sau 5 zile după ovulație. În cavitatea uterină, blastocistul absoarbe nutrienții necesari din secrețiile glandelor uterine. În câteva zile, vine în contact cu peretele endometrului, erodează epiteliul și se fixează în endometru (Figura 23.10). Acest proces, cunoscut sub numele de **implantare**, este de obicei finalizat în aproximativ 5 zile după fecundație.

După ce fecundația a avut loc, corpul galben din ovar continuă să producă progesteron, care împiedică eliminarea mucoasei endometriale. Proiecțiile blastocistului, numite **vilozități coriale**, se unesc cu țesuturile uterine și formează un organ numit **placentă**. Placenta este mediul de transfer pentru gaze dizolvate, substanțe nutritive și reziduuri, între fluxul sanguin embrionar și cel matern. Placenta devine, de asemenea, un organ endocrin producând estrogen și progesteron pentru a menține sarcina.

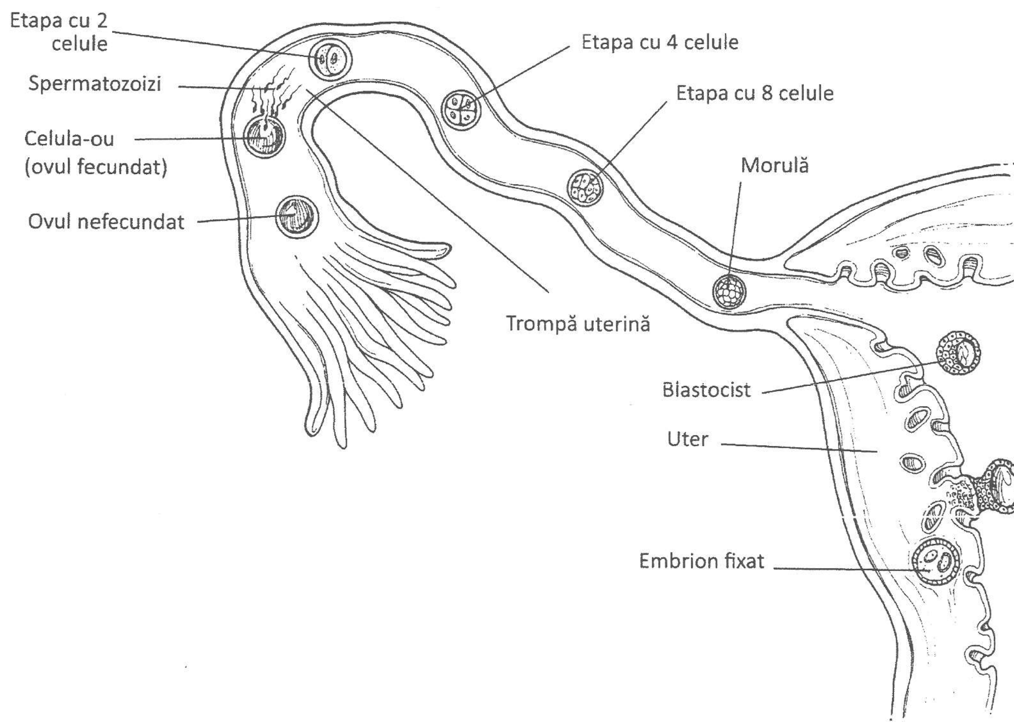


FIGURA 23.10 Procesele ce survin după fecundație. După ce ovulul este fecundat în trompa uterină, urmează o serie de diviziuni celulare din care rezultă morula și blastocistul, care se fixează pe peretele uterin. Apoi, din blastocist se dezvoltă embrionul.

La scurt timp după ce a avut loc implantarea, în sângele matern se poate detecta **gonadotropina corionică umană** (hCG), produsă de celulele placentare. Prezența hCG-ului în sânge sau urină reprezintă un indiciu sigur că fecundația a avut loc și începe dezvoltarea sarcinii. În prezența hCG-ului, corpul galben nu degenerează. În schimb, acesta rămâne funcțional și continuă să producă progesteron și estrogen timp de aproximativ trei luni, după care degenerează. Din acel moment, placenta este cea care secretă activ estrogenul și progesteronul, necesari pentru a menține sarcina.

DEZVOLTAREA EMBRIONARĂ ȘI FETALĂ

Primele două luni de dezvoltare sunt considerate perioada embrionară, iar individul în curs de dezvoltare este numit **embrion**.

După ce se fixează în endometru, blastocistul dezvoltă o masă celulară internă, care apoi se diferențiază în trei foițe embrionare în procesul de **gastrulație**. Structura care conține cele trei foițe embrionare se numește **gastrulă**. Straturile gastrulei sunt ectodermul, mezodermul și endodermul. Foițele embrionare dau naștere tuturor sistemelor de organe ale individului (Tabelul 23.3). **Ectodermul** este foița embrionară externă. Din acesta se vor dezvolta sistemul nervos și epidermul, precum și părți ale ochiului și urechii. Foița embrionară mijlocie, **mezodermul**, va da naștere mușchilor scheletici, majorității mușchilor netezi și mușchiului cardiac. Tot mezodermul va da naștere sângelui, dermului, oaselor, anumitor epitelii, căilor urinare și unor componente ale ochiului și urechii. Din foița embrionară internă, **endodermul**, se vor dezvolta componente ale sistemului gastrointestinal și respirator, precum și multe dintre glande (Figura 23.11).

TABELUL 23.3 FOIȚELE EMBRIONARE ȘI STRUCTURILE DERIVATE ALE ACESTORA

Strat germinal	Organ sau țesut derivat
Ectoderm	Sistemul nervos Epidermul pielii și structurile anexe (unghii, păr etc) Glanda hipofiză (pituitară)
Mezoderm	Scheletul (osul și cartilajul) Mușchii Sistemul circulator Sistemul excretor Sistemul reproducător Dermul pielii Tunicile externe al tubului digestiv
Endoderm	Mucoasa tubului digestiv și structurile anexe Mucoasa tractului respirator

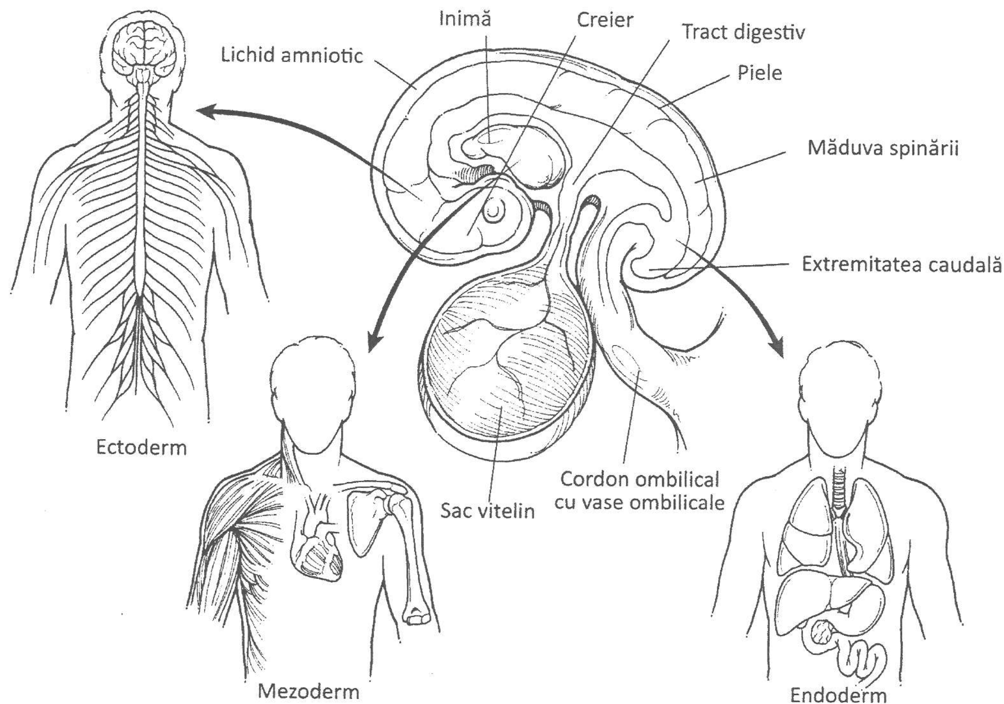


Figura 23.11 Cele trei foițe embrionare și organele derivate ale acestora.

Pe parcursul dezvoltării sale, embrionul este înconjurat de o serie de membrane. Sacul care cuprinde în întregime embrionul se numește sac **amniotic** (**amnios**), iar membrana lui, **membrana amniotică**. Zona din afara amniosului poartă denumirea de **corion**. Această zonă este delimitată de **membrana corionică** ce stă la originea vilozităților coriale. Vilozitățile coriale și membranele alantoide fuzionează mai târziu pentru a forma sacul care cuprinde fătul. Între amnios și corion se găsește o membrană extrem de vascularizată, numită **membrană alantoidă**, care ulterior formează cordonul ombilical. Pentru primele șase săptămâni, embrionul are, de asemenea, un **sac vitelin** cuprins într-o **membrană vitelină** (Figura 23.12) .

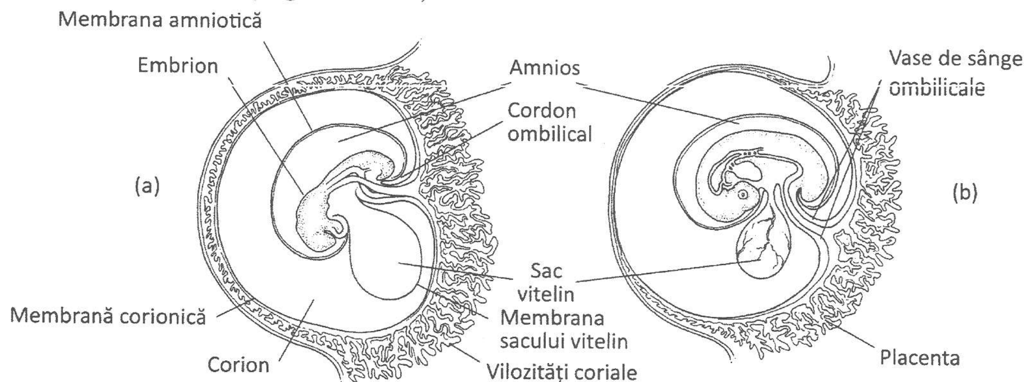


Figura 23.12 Membranele embrionului. (a) La începutul dezvoltării embrionare se formează membranele amniosului, corionului, alantoidei și membrana vitelină. (b) După cinci săptămâni, membranele au o structură diferită. Din membrana corionică se formează placenta și vilozitățile coriale. Alantoida contribuie la formarea cordonului ombilical și a vaselor de sânge ombilicale.

Cordonul ombilical se formează din membrana amniotică și endometru. Acesta este o structură lungă, cu aspectul unei „sfori", ce conține două artere ombilicale și o venă ombilicală. Extinzându-se de la placentă la embrion, și apoi la făt, cordonul ombilical este organul ce intermediază schimbul de gaze, nutrienți și reziduuri între mamă și copil.

Ultimele șapte luni de dezvoltare sunt considerate perioada fetală, iar individul ce se dezvoltă se numește **făt**. Sistemele de organe iau naștere în perioada embrionară și se dezvoltă în timpul perioadei fetale. În același timp, fătul dobândește un aspect uman. Pe tot parcursul dezvoltării sale, fătul este înconjurat de amnios.

În timpul primei luni a dezvoltării fetale, respectiv a **lunii a treia** de sarcină, încep să se dezvolte sistemele de organe (Figura 23.13). În această perioadă este accelerată creșterea în lungime a corpului și continuă dezvoltarea creierului. Se dezvoltă ochii și sunt prezenți mugurii membrelor superioare și inferioare. Bătăile inimii devin detectabile, și are loc osificarea în majoritatea oaselor. Sunt vizibile organele de reproducere externe.

În timpul **lunii a patra**, apare o creștere rapidă a corpului. Se disting membrele și devin evidente caracteristicile faciale. Sunt formate vasele mari de sânge, cresc membrele, iar scheletul continuă să se osifice. Se pot observa unghiile și genele.

Mușchii scheletici sunt activi, iar primele mișcări fetale pot fi percepute începând cu **luna a cincea**. Pielea este acoperită cu păr fin, pufos numit **lanugo**. Membrele superioare și inferioare ating proporțiile lor normale în raport cu corpul.

În timpul **lunii a șasea**, creșterea în greutate este substanțială. Capul fătului devine proporțional față de restul corpului. Se dezvoltă vasele de sânge din piele care, în acest moment, are un aspect ridat.

În **luna a șaptea** se depune mai multă grăsime, iar pielea se netezește. Se deschid ochii. Pe parcursul **lunii a opta**, copilul este considerat „la termen" și are șanse reale de supraviețuire în afara corpului. Pe parcursul **lunii a noua**, depunerea de grăsime subcutanată conferă pielii un aspect neted, iar copilul este gata să se nască.

Nașterea are loc la 266 de zile (9 luni calendaristice) după fecundare. Aceasta implică o serie de procese și factori chimici, precum și numeroase mecanisme de feedback (Figura 23.14). Nașterea mai este denumită și **parturiție**. La debutul travaliului secreția de progesteron din placentă scade. Această scădere anulează efectul inhibitor al progesteronului asupra endometrului. Modificările nivelului progesteronului și estrogenului stimulează, de asemenea, sinteza de **prostaglandine**. Rolul acestor hormoni în procesul nașterii constă în stimularea mușchilor netezi din peretele uterin și dilatarea colului uterin pentru a se deschide orificiul cervical. Ca răspuns la contracțiile musculare uterine, lobul posterior al hipofizei eliberează **oxitocină**.

Oxitocina induce contracții uterine puternice. Amniosul se rupe, eliberând lichidul amniotic. Pe măsură ce capul fetal trece prin colul uterin, distensia țesuturilor cervicale stimulează eliberarea de cantități suplimentare de oxitocină. De asemenea, această distensie inițiază unde de contracții la nivelul corpul uterin. Contracțiile uterine induc contracții ale peretelui abdominal prin căi reflexe de la nivelul măduvei spinării.

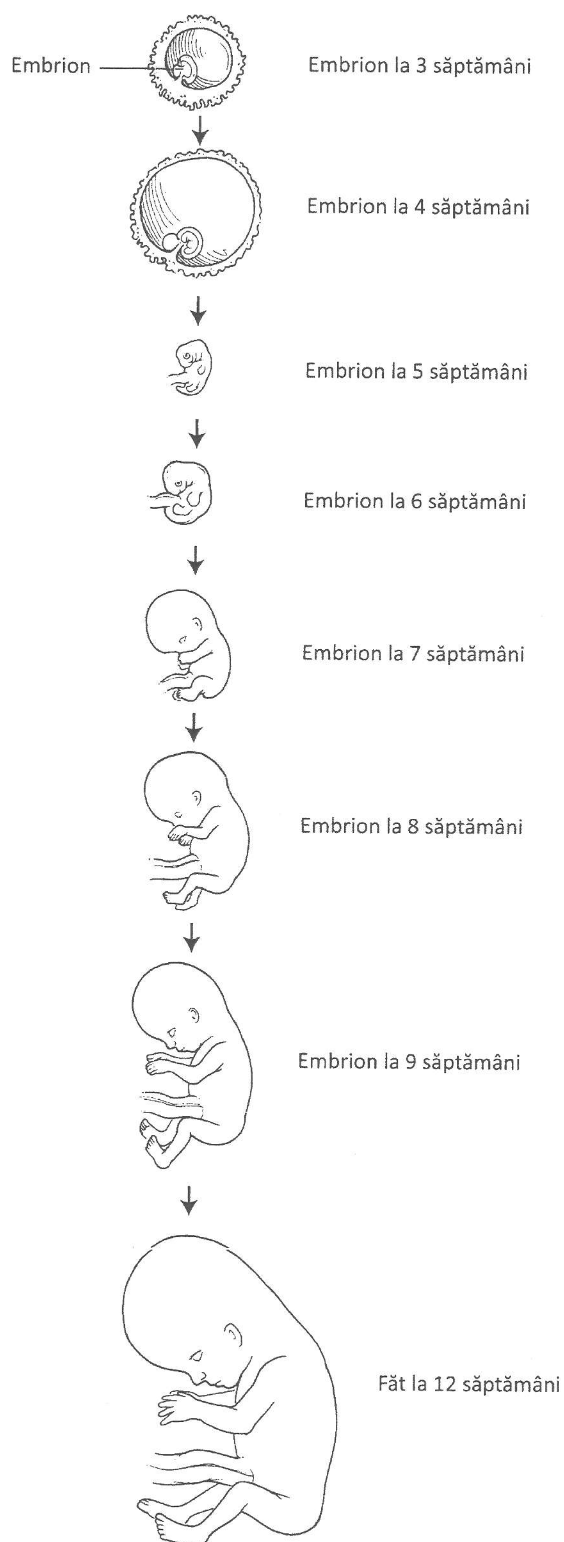


FIGURA 23.13 Etapele dezvoltării embrionului și fătului de la 3 la 12 săptămâni. Din săptămâna a 12-a (luna a treia), toate sistemele organismului sunt formate, iar în lunile următoare are loc dezvoltarea lor.

Contracțiile uterine și abdominale împing copilul prin colul uterin și vagin la exterior. În mod normal, mai întâi apare capul copilului (**prezentație craniană**), dar în circa 5% din cazuri, mai întâi apar fesele, situație numită naștere pelvină. La câteva minute după nașterea copilului, placenta este expulzată din uter.

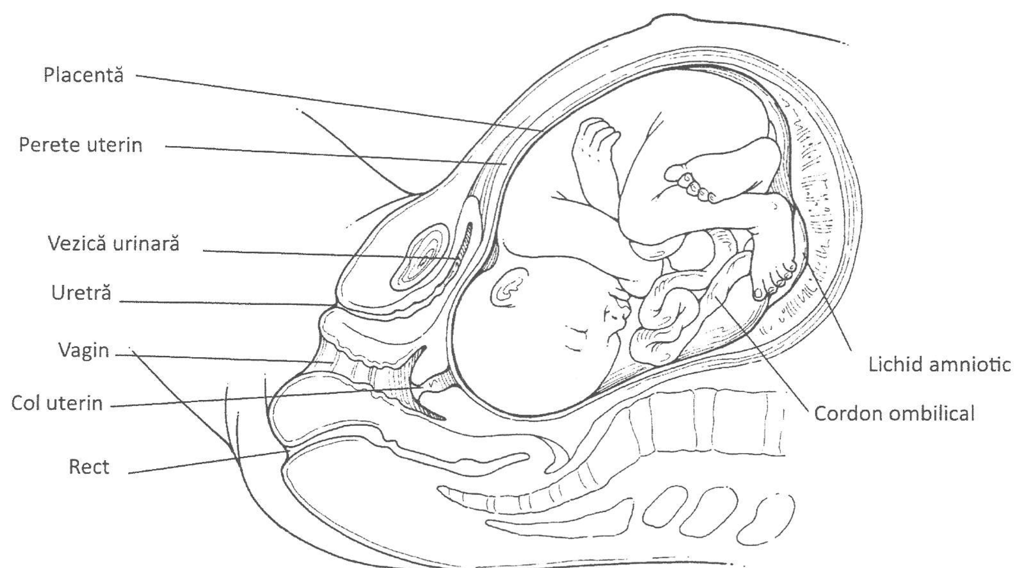


FIGURA 23.14 Fătul complet dezvoltat și poziția lui, imediat înainte de naștere.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Identificaţi corect literele corespunzătoare părţilor sistemului reproducător feminin, precum şi structurile adiacente acestora.

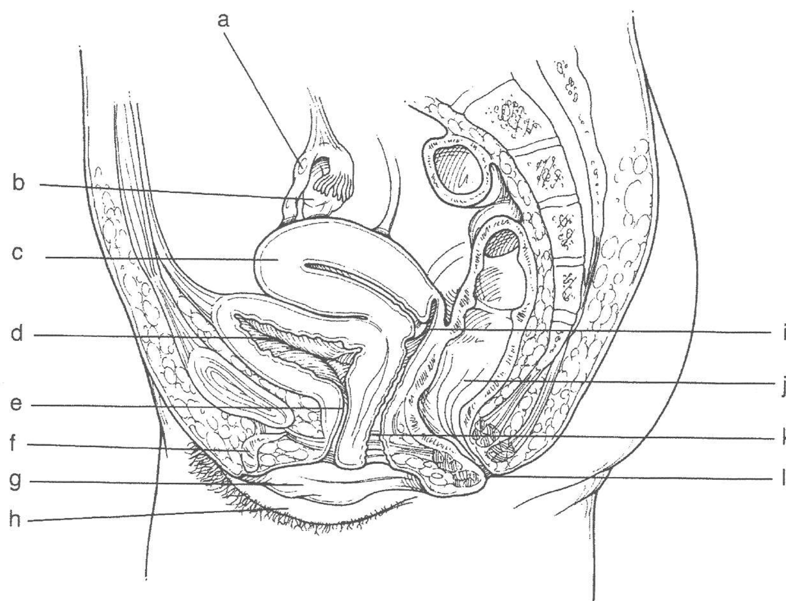


FIGURA 23.15

___ 1. anus
___ 2. col uterin
___ 3. clitoris
___ 4. labia mare
___ 5. labia mică
___ 6. ovar
___ 7. rect
___ 8. uretră
___ 9. vezică urinară
___ 10. trompă uterină
___ 11. uter
___ 12. vagin

***SECŢIUNEA B – Completare**: Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.*

1. Cele mai importante organe ale tractului genital feminin sunt cuprinse într-un pliu al peritoneului, numit ____________________.
2. Organele sistemului reproducător feminin unde se formează ovocitele sunt numite ____________________.
3. Hormonii produşi de celulele sistemului reproducător feminin sunt progesteronul şi ____________________.
4. Ligamentele care sprijină ovarul sunt ligamentul ovarian şi ____________________.

5. Celulele germinale imature din ovar sunt cunoscute ca ____________________

6. Porțiunea dilatată, de la capătul trompei uterine, cu aspect de pâlnie este ____________________.

7. Proiecțiile care se extind de la trompele uterine în cavitatea pelvină sunt ____________________.

8. Fecundarea ovulului de către spermatozoid are loc de obicei în ____________________.

9. Transportul ovocitului prin trompele uterine este facilitat de mișcările unor prelungiri citoplasmatice ale celulelor epiteliale, cu aspect similar firelor de păr denumite ____________________.

10. Organul cavitar în care se dezvoltă embrionul este ____________________.

11. Trompele uterine pătrund în uter în partea superioară, bombată, a corpului uterului numită ____________________.

12. Porțiunea uterului care se proiectează în vagin poartă denumirea de ____________________.

13. Stratul intern al peretelui uterin, care va fi parțial înlăturat în timpul menstruației este ____________________.

14. Stratul mijlociu al peretelui uterin, alcătuit dintr-un strat muscular gros este numit ____________________.

15. Canalul fibro-muscular, ce se întinde între uter și organele genitale externe este ____________________.

16. Pliul epitelial ce blochează parțial intrarea în vagin înainte de începerea activității sexuale este numit ____________________.

17. Canalul fibro-muscular unde sunt depozitați spermatozoizii în timpul actului sexual este ____________________.

18. Vulva este un termen sinonim cu ____________________.

19. Structura ce conține o cantitate mică de țesut erectil, care se mărește pe parcursul excitării sexuale a femeii este ____________________.

20. În timpul actului sexual sunt eliberate secreții cu rol lubrifiant de către glanda vestibulară mare și de către ____________________.

21. Două pliuri cutanate alungite, care înconjoară și acoperă parțial labiile mici și părți ale vestibulului sunt ____________________.

22. După naștere, nou-născutul este alimentat cu laptele produs de ____________________.

23. Producția de lapte poartă denumirea de ____________________.

24. Secreția de lapte este controlată de hormonul numit ____________________.

25. Modificările fiziologice și structurale ale sistemului reproducător feminin, ce se produc ca răspuns la modificările secreției hormonilor ovarieni, poartă denumirea de ____________________.

26. Durata unui ciclu menstrual complet este de aproximativ ____________________.

27. Etapa ciclului menstrual în care se dezvoltă foliculii ovarieni și se regenerează endometrul este ____________________.

28. Eliberarea ovocitului din folicul, ce însoțește creșterea nivelului de estrogen și progesteron, este un proces cunoscut sub denumirea de ____________________.

29. Procesul prin care în ovar se formează ovule mature este cunoscut sub numele de ____________________.

30. Celulele germinale primitive care, prin ovogeneză, vor forma ovocite mature se numesc ____________________.

31. Straturile de celule ce înconjoară ovocitele, împreună cu ovocitul formează o structură numită ____________________.

32. În ovar, foliculul crește si se maturează sub acțiunea hormonului ____________________.

33. Ovocitul matur este cunoscut și sub numele de ____________________.

34. Numărul de cromozomi din ovocitul matur este de ____________________.

35. După ce ovocitul este eliberat din folicul, celulele foliculare reziduale formează o structură numită ____________________.

36. Când un ovul se unește cu un spermatozoid, în procesul fecundației, celula care rezultă se numește ____________________.

37. Zigotul formează două celule, apoi patru celule, apoi opt celule prin procesul de ____________________.

38. Structura celulară cavitară ce rezultă din diviziuni multiple ale ovocitului fecundat este ____________________.

39. Procesul în care blastocistul se fixează în peretele endometrului este numit ____________________.

40. În uter, organul care produce hormoni și asigură un mediu propice pentru transferul de nutrienți, gaze și reziduuri între fluxul sanguin embrionar și matern este numit ____________________.

41. Un indiciu sigur că fecundația a avut loc este prezența hormonului numit ____________________ în fluxul sanguin.

42. Hormonul produs de corpul galben, care inhibă contracțiile uterine este cunoscut sub numele de ____________________.

43. În primele două luni de la implantare, individul ce se dezvoltă poartă numele de ____________________.

44. Foița embrionară din care se dezvoltă mușchii scheletici, mușchii inimii, sângele, oasele și alte organe este ____________________.

45. Foița embrionară din care dezvoltă sistemul gastrointestinal, majoritatea glandelor și structuri ale sistemului respirator este ____________________.

46. Sacul în care se dezvoltă embrionul este numit ____________________.

47. Structura cu aspect de sfoară, ce se extinde de la placentă la embrion în timpul dezvoltării sale este numită____________________

48. Pe parcursul ultimelor șapte luni de sarcină, individul ce se dezvoltă este cunoscut sub numele de ____________________.

49. Bătăile inimii, osificarea oaselor și sistemele organismului se dezvoltă în timpul lunii a ____________________ de sarcină.

50. În timpul primelor etape ale nașterii, contracțiile uterului sunt provocate de un hormon secretat de hipofiză, cunoscut sub numele de ____________________.

***SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere**: Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Organele sistemului reproducător feminin sunt situate în cavitatea pelvină, într-un pliu al peritoneului cunoscut sub numele de
   A. ligament mic
   B. ligament ovarian
   C. ligament larg al uterului
   D. ligament îngust

2. Ovulația are loc la fiecare
   A. 2-3 zile
   B. 14-15 zile
   C. 28-30 zile
   D. 8-9 luni

3. Ampula, fimbriile și infundibulul sunt structuri anatomice ale
   A. uterului
   B. colului uterin
   C. vaginului
   D. trompelor uterine

4. Când ovocitele sunt eliberate din foliculii ovarului, ele sunt transportate în trompele uterine
   A. de către flagelul lor
   B. de către curenții formați de celulele suspensoare
   C. de către cilii fimbriilor
   D. prin absorbție de către colul uterin

5. Toate afirmațiile de mai jos despre uter sunt adevărate, *cu excepția*
   A. este un organ cavitar de mărimea și forma unei pere
   B. se mărește considerabil în timpul sarcinii
   C. se mai numește mitră
   D. este alcătuit dintr-un singur strat celular numit miometru

6. Stratul uterului în care are loc dezvoltarea embrionului este numit
   A. perimetru
   B. endometru
   C. miometru
   D. neurometru

7. Pentru ca spermatozoizii să ajungă la ovulul din trompa uterină, ei trebuie să înoate prin
   A. vagin, col uterin, uter
   B. vagin, ovare, vulvă
   C. vulvă, vagin, ovare
   D. uter, col uterin, ovare

8. Himenul este un pliu epitelial ce blochează parțial intrarea în vagin
   A. înainte de primul act sexual
   B. după instalarea menopauzei
   C. după ce a avut loc fertilizarea ovocitului
   D. doar după ce are loc nașterea

9. La locul de deschidere al colului uterin în vagin există un mic reces (nișă), cunoscut sub numele de
   A. infundibul
   B. fornix
   C. labia minoră
   D. areola

10. Una din funcțiile glandelor vestibulare este aceea de
    A. a hrăni embrionul aflat în curs de dezvoltare
    B. a produce hormoni pentru a stimula producția foliculară
    C. a produce progesteron pentru a menține sarcina
    D. a lubrifia vaginul în timpul actului sexual

11. Lactația este procesul de
    A. implantare în peretele uterului
    B. producere de ovocite în ovare
    C. producere de lapte de către glandele mamare
    D. naștere

12. În primele zile ale ciclului menstrual
    A. are loc ovulația
    B. este îndepărtat stratul funcțional
    C. stratul funcțional al endometrului se îngroașă
    D. are loc fecundația ovocitelor

13. În timpul zilelor 6-14 ale ciclului menstrual
    A. are loc fertilizarea
    B. este eliminat endometrul din uter
    C. se dezvoltă foliculii în ovare
    D. corpul galben produce o cantitate mare de progesteron

14. În timpul zilelor 15-28 ale ciclului menstrual
    A. nivelul de progesteron este scăzut
    B. este eliminată mucoasa uterină
    C. are loc ovulația
    D. corpul galben secretă progesteron

15. În procesul meiozei, în ovar
    A. este produs un ovocit cu 23 de cromozomi
    B. spermatozoizii sunt depozitați în vagin
    C. are loc menstruația
    D. embrionul în curs de dezvoltare se fixează în mucoasa uterină

16. Corpul galben se formează din
    A. celulele reziduale ale foliculului
    B. celulele ectodermului și endodermului
    C. celulele ciliate ale trompei uterine
    D. glanda vestibulară

17. Pentru a forma zigotul
    A. este necesară prezența hCG-ului
    B. corpul galben trebuie să secrete progesteron
    C. este necesară unirea spermatozoizilor cu ovocitele
    D. este necesară formarea cordonului ombilical

18. În timpul sarcinii, stratul funcțional al endometrului nu se elimină, datorită
    A. prezenței hormonului FSH
    B. dezvoltării cordonului ombilical
    C. nivelului crescut de progesteron
    D. formării foliculului matur

19. Din foița embrionară endodermală se vor dezvolta
    A. mușchii scheletici și majoritatea mușchilor netezi
    B. mușchiul inimii și sângele
    C. sistemul nervos și epidermul
    D. tractul gastrointestinal și cel respirator

20. Următoarele afirmații despre cordonul ombilical sunt adevărate, *cu excepția*
    A. este o structură lungă, cu aspect de frânghie
    B. conține o arteră ombilicală și două vene ombilicale
    C. se extinde de la placentă la embrion
    D. intermediază schimburile de gaze, nutrienți și resturi

21. În timpul sarcinii, corpul galben rămâne funcțional
    A. pe tot parcursul sarcinii
    B. pentru aproximativ 3 zile
    C. pentru aproximativ 3 luni
    D. pentru 6 luni

22. Sacul care cuprinde în întregime embrionul este numit
    A. placentă
    B. lanugo
    C. amnios
    D. mezoderm

23. Este considerat făt individul în curs de dezvoltare
    A. pe parcursul sarcinii
    B. doar pe parcursul ultimelor două săptămâni
    C. în primele două luni
    D. în ultimele 7 luni

24. Nașterea este marcată prin
    A. scăderea progesteronului și creșterea oxitocinei
    B. creșterea progesteronului și scăderea oxitocinei
    C. creșterea FSH-ului și scăderea LH-ului
    D. creșterea LH-ului și scăderea FSH-ului

25. Nașterea pelvină este cea în care
    A. mai întâi apare capul copilului
    B. mai întâi apar fesele copilului
    C. nașterea are loc prin operație cezariană
    D. mai întâi apar picioarele copilului

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul* subliniat *pentru a o transforma într-una adevărată*

1. Trompele uterine se întind de-a lungul marginii superioare a ligamentului larg și se deschid în cavitatea pectorală.
2. Ovarele produc ovocite precum și hormoni sexuali feminini – estrogen și androgen.
3. Ovocitele se maturează în corpul galben și sunt eliberate în momentul ovulației.
4. La femei, ovulația are loc la fiecare 14 zile.
5. Fimbriile, ampula și istmul sunt părți componente ale trompelor uterine.
6. Prelungirile citoplasmatice cu aspect de fir de păr, numite flagel se mișcă și ajută la deplasarea ovocitelor prin trompele uterine.
7. Spermatozoizii fecundează ovocitele în uter.
8. Uterul, cunoscut de asemenea sub denumirea de mitră, este locul în care are loc nutriția embrionului și a fătului.
9. Corpul uterin se continuă spre vagin printr-o structură numită fund uterin.
10. Dacă nu are loc fecundarea ovulului, stratul funcțional al miometrului este eliminat în timpul menstruației.
11. Pentru ca spermatozoizii să ajungă în trompele uterine, ei trebuie să înoate prin uter.
12. Canalul fibro-muscular în care sunt depuși spermatozoizii, și care este de asemenea și canalul de naștere, este numit și clitoris.
13. Înainte de începerea activității sexuale, intrarea în vagin este parțial blocată de un pliu epitelial numit infundibul.
14. Zona vulvei unde se deschide vaginul se numește istm.
15. Labia mică și labia mare sunt părți ale organelor genitale externe.
16. Nou-născutul este alimentat cu laptele matern produs de hipofiză.
17. Pielea din jurul fiecărui mamelon al sânului, ce are o culoare mai închisă se numește areolă.
18. În primele zile ale ciclului menstrual, stratul funcțional al endometrului se desprinde de pereții vaginului.
19. În ultimele două săptămâni ale ciclului menstrual, corpul galben produce cantități mari de estrogen și testosteron.

20. O celulă primitivă, care poate deveni ovocit la femeie, se numește ovogonie.

21. Dezvoltarea foliculului ovarian este stimulată de hormonul lactogenic.

22. Procesul prin care un ovocit primar își reduce numărul de cromozomi pentru a forma un ovocit matur se numește mitoză.

23. Ovocitul este eliberat în cavitatea pelvină și aspirat în vagin pentru a fi transportat în uter.

24. Implantarea are loc când fătul se fixează în peretele uterului.

25. Prezența hCG-ului în fluxul sanguin al mamei este un indiciu că a avut loc menstruația.

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

La vârsta de 17 ani, lui Sue i-a fost extirpat ovarul stâng din cauza unui chist ovarian. La vârsta de 22 de ani, i-a fost extirpată trompa uterină dreaptă din cauza unei sarcini extrauterine. La vârsta de 29 de ani, ea este însărcinată pentru a doua oară. Cum este posibil acest lucru?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 23.15

1. l
2. i
3. f
4. h
5. g
6. b
7. j
8. e
9. d
10. a
11. c
12. k

SECȚIUNEA B – Completare

1. ligamentul larg
2. ovare
3. estrogenul
4. ligament suspensor
5. ovogonii
6. infundibulul
7. fimbriile
8. trompa uterină
9. cili
10. uterul
11. fund uterin
12. col uterin
13. endometrul
14. miometru
15. vaginul
16. himen
17. vaginul
18. organele genitale externe
19. clitorisul
20. glandele parauretrale
21. labiile mari
22. glandele mamare
23. lactație
24. oxitocină
25. ciclu menstrual
26. 28 de zile
27. etapa proliferativă
28. ovulație
29. ovogeneză
30. ovogonii
31. folicul
32. foliculostimulant
33. ovul
34. 23
35. corp galben
36. zigot
37. clivaj
38. blastocistul
39. implantare
40. placentă
41. gonadotropină corionică
42. progesteron
43. embrion
44. mezodermul
45. endodermul
46. amnios
47. cordon ombilical
48. făt/fătul
49. treia
50. oxitocină

Partea C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C
2. C
3. D
4. C
5. D
6. B
7. A
8. A
9. B
10. D
11. C
12. B
13. C
14. D
15. A
16. A
17. C
18. C
19. D
20. B
21. C
22. C
23. D
24. A
25. B

SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals

1. pelvină
2. progesteron
3. folicul
4. 28
5. A
6. cili
7. trompa uterină
8. A
9. col uterin
10. endometrului
11. A
12. vagin
13. himen
14. vestibul
15. A
16. glandele mamare
17. A
18. uterului
19. progesteron
20. A
21. foliculostimulant
22. meioză
23. trompa uterină
24. blastocistul
25. fecundația

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Ovulul a fost transportat din ovarul drept al lui Sue în cavitatea peritoneală și a fost aspirat de către trompa uterină stângă, unde a fost fertilizat. (Acest fenomen se întâmplă foarte rar, dar este posibil, și a făcut posibilă concepția și apoi nașterea).

GLOSAR

abdomen – Zona dintre diafragm și pelvis.

abducție – Îndepărtarea unei părți a corpului de linia mediană.

absorbție – Proces prin care produșii de digestie trec prin peretele intestinal în capilare sau vase limfatice.

acetabul – Cavitate în formă de cupă pe suprafața laterală a osului coxal; capul femurului.

acetilcolină – Neurotransmițător eliberat de către anumite celule nervoase.

acid dezoxiribonucleic (ADN) – Acid nucleic ce conține informația ereditară a organismului.

acidoză – Stare de aciditate crescută în spațiul extracelular și sânge.

acid hialuronic – Polizaharid ce leagă celulele într-un țesut.

acini – Grup de celule care secretă enzime digestive în pancreas; de asemenea, grupuri de celule în alte glande exocrine.

acomodare – Modificare în curbura cristalinului pentru adaptare la diferite distanțe.

actină – Una dintre proteinele contractile esențiale din celulele musculare.

adducție - Apropierea unei părți a corpului de linia mediană.

adenohipofiză – Glanda hipofizară anterioară.

adenozin trifosfat (ATP) – Moleculă organică ce conține și eliberează energie chimică pentru celulele corpului.

adrenalină – Hormon produs de medulara glandelor adrenale; denumit și epinefrină..

agonist – Mușchi care se opune în acțiune unui alt mușchi numit antagonist.

alantoidă – Membrană embrionară din care se dezvoltă vasele de sânge ale cordonului ombilical.

alcaloză – Stare de alcalinitate crescută în spațiul extracelular și sânge.

aldosteron – Hormon produs de către corticala suprarenalei; reglează reabsorbția ionului de sodiu la nivelul tubilor renali și, astfel, influențează cantitatea de apă în sânge și presiunea arterială.

alveolă – Sac aerian, microscopic, la nivelul plămânului.

amfiartroză – O articulație semimobilă.

amnios – Membrane fetale ce delimitează un sac lichidian în jurul embrionului.

AMP ciclic – Mesager secundar intracelular ce mediază efectele hormonale în celulele țintă.

ampulă – Dilatație sacciformă a unui tub.

androgen – Hormon care determină caracterele sexuale secundare masculine.

anemie – Un grup de anomalii ale hemoglobinei sau ale hematiilor care determină o scădere a capacității de transport a oxigenului.

angiotensină – Proteină asociată cu reglarea presiunii arteriale.

anhidrază carbonică – Enzimă ce catalizează combinarea dioxidului de carbon cu apa pentru a forma acidul carbonic.

anorexie – Pierderea apetitului alimentar.

anoxie – Deficit de oxigen.

antagonist – Mușchi care antagonizează sau se opune acțiunii altui mușchi.

anterior – Partea din față a unui organism sau organș suprafață ventrală.

aortă – Arteră majoră a sistemului circulator cu origine în ventriculul stâng al inimii.

aparat juxtaglomerular – Structură celulară localizată în apropierea glomerulului; controlează fluxul sanguin în glomerul.

apnee – Oprirea respirației.

apofiză transversă – Prelungire osoasă de fiecare parte a liniei mijlocii a corpului vertebral.

apofiză xifoidă – Partea inferioară a sternului.

aponevroză – Strat fibros sau membranos ce conectează un mușchi de partea pe care o mobilizează.

arahnoidă –Stratul mijlociu dintre cele trei foițe meningiene.

artere – Vase de sânge ce transportă sânge de la inimă.

arteriole – Artere de dimensiuni reduse.

articulație – Conexiune dintre două oase.

artrită – Inflamație articulară.

ateroscleroză – Tulburare apărută în urma depozitării lipidelor pe pereții vasculari.

atlas – Prima vertebră cervicală.

atrii – Camere pereche ce primesc sângele întors la inimă.

axilă – Zona subbrațului.

axis – A doua vertebră cervicală.

axon – Prelungire neuronală ce transportă impulsuri de la corpul celular neuronal.

baroreceptor – Receptor stimulat de modificările de presiune.

bazofil – Globule albe, ale căror granulații se colorează albastru închis.

bilă – Fluid verde-gălbui sau maroniu produs în ficat, stocat în vezicula biliară și eliberat în intestinul subțire.

bilirubină – Pigment biliar derivat din hemoglobină.

blastocist – Stadiu timpuriu de dezvoltare embrionară, ce urmează stadiului de morulă.

bradicardie – Frecvență cardiacă sub valoarea normală.

bronhie – Una dintre cele două ramuri largi ale traheei ce conduc aerul la plămâni.

bursă – Sac fibros tapetat de membrană sinovială și care conține lichid sinovial; se află între oase și tendoane musculare, scăzând fricțiunea.

calcitonină – Hormon eliberat de tiroidă, ce determină scăderea nivelelor de calciu în sânge.

calice – Partea inițială a căilor urinare.

capacitate vitală – Volumul maxim de aer ce poate fi expirat din plămâni după un inspir forțat.

capilare – Cele mai mici vase de sânge, locul schimburilor gazoase și nutriționale dintre sânge și celulele tisulare.

capsulă Bowman – Capsula glomerulară; capsulă cu perete dublu; cuprinde un glomerul.

capsulă glomerulară – vezi Capsula Bowman

carbaminohemoglobină – Hemoglobină legată de molecule de dioxid de carbon.

cartilaj – Țesut conjunctiv semidur.

castrare – Îndepărtarea testiculelor.

caudal – Porțiunea situată în partea de jos.

cec – Prima porțiune a intestinului gros.

celulă parietală – Celulă a glandelor gastrice; produce acid clorhidric.

celule alfa – Celule pancreatice care secretă glucagonul.

celule beta – Celule pancreatice care secretă insulina.

celule cu bastonaș - Unul dintre cele două tipuri de celule specializate din retină.

celule cu conuri – Celule fotosensibile retiniene ce asigură vederea colorată.

celule pavimentoase – Celule aplatizate, subțiri, ce formează suprafața anumitor epitelii.

centură pelvină – Oase ce atașează membrele inferioare de scheletul axial.

centură scapulară – Oase ce atașează membrele superioare de scheletul axial.

cerebel – Componentă a sistemului nervos central care coordonează activitatea musculaturii scheletice.

cervix – Continuarea corpului uterin înspre vagin; col uterin.

cetoacidoză – Situație anormală în timpul căreia se produce un exces de corpi cetonici; cetoză.

chemoreceptor – Receptor sensibil la diferite substanțe chimice dizolvate într-o soluție.

cheratină – Proteină insolubilă, localizată în epiderm, păr și unghii, permițând acestor structuri să fie dure și impermeabile.

cheratohialin – Produs preliminar în formarea cheratinei.

chilifer – Capilar limfatic al intestinului subțire prin care se transportă lipidele.

chiasmă optică – Încrucișarea parțială a fibrelor nervilor optici.

chilomicroni – Agregate de colesterol și trigliceride ce părăsesc lumenul intestinal și pătrund în vasele sistemului limfatic.

chim – Masă semifluidă alcătuită din alimente parțial digerate și suc gastric.

ciclu cardiac – Secvența de evenimente ce cuprinde o contracție cardiacă completă și relaxarea atrială și ventriculară.

ciclu Krebs – Cale metabolică aerobă implicată în metabolismul glucidelor; are loc în interiorul mitocondriei.

circulaţie pulmonară – Sistem de vase sanguine ce permit transportul sângelui către şi de la plămân.

circumducţie – Mişcare a unei părţi a corpului precum braţ sau membru inferior, astfel încât să descrie un con în spaţiu.

ciroză – Afecţiune hepatică în care celulele funcţionale sunt înlocuite de ţesut conjunctiv.

citokineză – Diviziunea citoplasmei ce are loc după diviziunea nucleului.

clitoris – Organ erectil feminin, omolog penisului.

coccis – Vertebre sudate la baza coloanei vertebrale.

coenzimă – Substanţă nonproteică asociată cu o enzimă.

cohlee – Cameră în formă de melc a labirintului osos ce conţine receptorii auditivi.

colecistochinină – Hormon intestinal ce stimulează contracţia veziculei biliare şi eliberarea sucului pancreatic.

colesterol – Steroid conţinut de grăsimile animale.

colon – Subdiviziune a intestinului gros ce include porţiunile ascendentă, transversă, descendentă şi sigmoidiană.

colostru – Primul lapte produs de glandele mamare ale unei femei ce alăptează.

condil – Proiecţie rotundă la capătul unui os, care se articulează cu alt os.

condroblast – Celulă formatoare de cartilaj.

condrocit – Celulă a cartilajului.

conjunctivă – Membrană subţire, ce tapetează pleoapele şi acoperă suprafaţa anterioară a globului ocular.

controlateral – Porţiune similară localizată pe partea opusă corpului.

cordon ombilical – Structură ce conectează placenta şi fătul; transportă nutrienţi, gaze şi produşi de degradare între făt şi mamă.

corion – Zona din afara sacului amniotic; contribuie la formarea placentei.

cornee – Porţiunea anterioară, transparentă, a globului ocular.

corpuscul carotidian – Receptor la nivelul arterei carotide comune, sensibil la modificările nivelurilor de oxigen, dioxid de carbon şi pH sanguin.

corp galben – Structură ovariană rezultată din folicul după eliberarea ovulului ; corp luteal.

cortex – Stratul extern al unui organ.

cortex cerebral – Regiunea de substanţă cenuşie, de la periferia emisferelor cerebrale.

corticosteroizi – Hormoni steroizi eliberaţi de cortexul glandei suprarenale.

cortizol – Glucocorticoid produs de cortexul glandei suprarenale.

creier – Emisferele cerebrale şi conexiunile dintre ele.

cutanat – Ce aparţine pielii.

dezaminare – Eliminarea unei grupări amino de pe un aminoacid.

defecaţie – Eliminarea conţinutului intestinal.

deglutiţie – Proces de înghiţire.

dendrită – Prelungire ramificată a neuronului ce primeşte impulsurile şi le transmite corpilor celulari.

depolarizare – Pierderea polarităţii unei celule nervoase sau musculare ce determină o undă de depolarizare prin celulă, şi apariţia unui impuls nervos.

derm – Strat al pielii situat sub epiderm.

diabet insipid – Boală caracterizată prin eliminarea unor cantităţi mari de urină diluată, acompaniată de sete intensă şi deshidratare, cauzată de eliberare insuficientă de hormon antidiuretic (ADH).

diabet zaharat – Boală cauzată de o deficienţă sau insensibilitate la insulină, ce determină incapacitatea celulelor să metabolizeze glucidele.

diafiză – Axul unui os lung.

diafragm – Muşchi ce separă cavitatea toracică de cea abdominală.

diapedeză – Trecerea celulelor în ţesut, printr-un perete vascular intact.

diartroză – Articulaţie mobilă; denumită şi articulaţie sinovială.

diastolă – Perioada de relaxare ventriculară.

diencefal – Porțiunea encefalului, situată între emisferele cerebrale, deasupra mezencefalului și include talamusul, ventriculul al treilea și hipotalamusul.

difuziune – Mișcarea moleculelor de la o regiune cu concentrație crescută către o regiune cu concentrație scăzută.

dilatație – Expansiune.

distal – Departe de capătul de origine al unui membru.

dorsal – Ce aparține spatelui; posterior.

duct biliar comun – Duct format prin unirea ductului hepatic comun și cistic, ce se îndreaptă spre duoden.

duct cistic – Duct ce umple și drenează vezicula biliară.

duct deferent – Duct cu origine în epididim; vas deferens.

duct toracic – Duct larg ce primește limfa din porțiunea inferioară a corpului și partea stângă a capului și a toracelui.

duoden – Primii 30 cm ai intestinului subțire.

dura mater – Învelișul extern dintre cele trei meninge ce acoperă creierul și măduva spinării.

ectoderm – Foiță embrionară care formează pielea și structurile nervoase etc.

edem – Acumulare anormală de lichid în țesuturile extracelulare.

efector – Organ, glandă sau mușchi activate de terminațiile nervoase.

elastină – Proteină din fibrele elastice ale țesutului conjunctiv.

electrocardiogramă (ECG) – Înregistrare grafică a activității electrice a inimii.

electrolit – Compus chimic ce există ca ion în apă; transmite o încărcătură electrică.

eleidină – Substanță transparentă prezentă în piele, ce se va transforma în cheratină; asigură impermeabilitatea și duritatea tegumentelor.

embolie – Migrarea unui cheag de sânge prin sistemul circulator.

embrion – Denumirea produsului de concepție în primele două luni de dezvoltare.

endocardită – Inflamație a stratului intern al inimii și al valvelor cardiace.

endocitoză – Mecanism prin care substanțele pătrund în celule; exemplele includ fagocitoza și pinocitoza.

endoderm – Foița embrionară din care se dezvoltă componente ale sistemului gastrointestinal și respirator..

endometru – Mucoasă ce tapetează peretele intern al uterului.

endosteum – Membrană ce tapetează cavitatea medulară a oaselor lungi.

endoteliu – Stratul de epiteliu pavimentos ce tapetează pereții cordului, vaselor sanguine și limfatice.

eozinofil – Leucocit ce conține granulații care se colorează în roșu, cu eozină.

epiderm – Strat superficial al pielii ce conține epiteliu cheratinizat.

epididim – Duct al sistemului reproducător masculin ce se varsă în ductul deferent.

epifiză osoasă – Capătul terminal al oaselor lungi; continuată cu diafiza.

epifiză (glandă pineală) – Glandă situată în mezencefal, pe peretele superior al ventriculului III; secretă melatonină și controlează ciclul zi-noapte.

epiglotă – Cartilaj elastic în porțiunea posterioară a faringelui, ce acoperă glota în timpul deglutiției.

epinefrină – vezi Adrenalină

epiteliu - Țesut ce acoperă suprafața corpului, tapetează cavitățile interne și formează glande.

eritrocit – Hematie.

eritropoetină – Hormon renal ce stimulează producția de globule roșii.

estrogeni – Hormoni sexuali feminini.

exocitoză – Mecanism prin care substanțele se deplasează din mediul intracelular în cel extracelular.

extensie – Mișcare prin care crește unghiul dintre două părți ale corpului, precum braț și antebraț.

fagocitoză – Proces de înglobare a particulelor străine de către anumite celule.

faringe – Cale comună pentru sistemul digestiv și cel respirator.

fascie – Straturi de țesut fibros ce acoperă și separă mușchii.

fecundare – Fuziunea spermatozoidului şi a ovulului în trompele uterine.

făt – Stadiu de dezvoltare umană ce se extinde de la începutul lunii a treia după fecundare până la momentul naşterii.

fibre adrenergice – Fibre nervoase care eliberează noradrenalină la nivel sinaptic.

fibre colinergice – Terminaţii nervoase ce eliberează acetilcolină în urma stimulării.

fibre nervoase eferente – Fibre nervoase ce transportă impulsuri de la nivelul sistemului nervos central (SNC).

fibre Purkinje – Fibre ce aparţin sistemului excitoconductor al inimii.

fibrină – Proteină fibroasă insolubilă formată în timpul coagulării sanguine.

fibrinogen – Proteină sanguină convertită la fibrină în timpul coagulării sângelui.

fibroblast – Celulă activă care produce fibrele ţesutului conjunctiv.

fibrocit – Fibroblast în repaus.

filtrare – Pasajul substanţelor dizolvate printr-o membrană sau filtru; are loc în nefronii renali.

fimbrie – Proiecţie neregulată, ramificată a trompei uterine, ce se extinde spre ovar.

fisură cerebrală – Adâncitură adâncă a creierului.

flexie – Îndoirea unei articulaţii în care scade unghiul dintre cele două oase, precum braţ şi antebraţ.

fluid seros – Fluid secretat de celulele unei membrane seroase.

folicul ovarian – Structură ovariană ce conţine un ovul în dezvoltare, înconjurat de celule de suport şi celule nutritive.

folicul pilos – Structură provenită din epiderm în care se formeză firul de păr.

fontanelă – Zonă membranoasă la nivelul craniului nou-născutului.

foramen – Gaură sau deschidere în os.

formaţiune reticulară – Sistem ce activează cortexul cerebral la primirea impulsurilor senzoriale.

fosă – Mică depresiune la nivelul osului.

fosfocreatină – Compus ce serveşte ca sursă alternativă de energie pentru ţesutul muscular; creatin fosfat.

fotoreceptor – Receptor celular specializat, sensibil la energia luminoasă.

fovee – Zonă pe suprafaţa retinei unde se întâlnesc fibrele nervoase.

frontal (coronal) – Plan longitudinal ce împarte corpul într-o porţiune anterioară şi posterioară.

fund – Porţiune a unui organ aflată la distanţă de deschiderea acestuia.

gametogeneză – Formarea gameţilor în sistemul reproducător.

ganglion – Mase nervoase alcătuite din corpurile neuronilor senzitivi, situate în afara creierului.

gastrină – Hormon secretat de celulele din mucoasa gastrică; controlează secreţia de acid clorhidric (HCl) din stomac; HCl este necesar pentru digestia proteinelor.

gastrulaţie – Proces prin care se diferenţiază cele trei foiţe embrionare; apare după ce a avut loc fixarea blastocistului în endometru.

girus – Circumvoluţiune pe suprafaţa creierului.

glandă bulbouretrală – Glandă ce aparţine sistemului reproducător masculin, situată inferior de prostată; denumită şi glanda Cowper.

glandă Cowper – vezi Glanda bulbouretrală.

glandă sebacee – Glandă epidermală ce produce sebum.

glandă tiroidă – Glandă endocrină situată la nivel cervical, ce produce tiroxină şi alţi hormoni.

glande apocrine – Tip de glande merocrine; produc o secreţie eliberată prin membrana celulară, prin exocitoză.

glande endocrine – Glande fără duct, al căror produs de secreţie se numeşte hormon şi se elimină în sânge.

glande exocrine – Glande ce prezintă ducte pentru eliberarea secreţiilor în cavităţi şi în exteriorul corpului.

glande holocrine – Glande ce acumulează produşii de secreţie în interiorul celulelor, şi îi descarcă prin dezintegrarea celulei.

glande lacrimale – Glande în care se produc lacrimile.

glande mamare – Glande ce produc lapte la nivelul sânului.

glande paratiroide – Glande endocrine de dimensiuni mici, localizate posterior de glanda tiroidă.

glande sudoripare – Glande epidermale ce produc transpirația.

glande suprarenale – Glande situate deasupra rinichilor; produc hormoni precum adrenalină, noradrenalină, glucocorticoizi și mineralocorticoizi.

glicogen – Polizaharid major stocat în special în hepatocite.

glicogeneză – Sinteza chimică a glicogenului din glucoză.

glicogenoliză – Degradarea chimică a glicogenului în glucoză.

glicoliză – Proces metabolic ce constă în conversia catalizată enzimatic a glucozei la acid piruvic.

glomerul – Mănunchi de capilare ce formează o parte a nefronului.

glotă – Deschiderea către laringe.

glucagon – Hormon produs de celulele alfa ale insulelor pancreatice Langerhans; crește nivelul sanguin al glucozei.

glucocorticoizi – Hormoni ai cortexului glandei suprarenale ce cresc nivelul sanguin al glicemiei.

gomfoză – Articulație care apare la locul de implantare a dintelui în alveolă.

gonadă – Organ reproducător.

gradient de concentrație – Diferență de concentrație a unei substanțe între două regiuni diferite.

haustrație – Dilatație cu aspect de mic buzunar la nivelul colonului.

hem – Pigment al hemoglobinei ce conține fier și transportă oxigen.

hemocitoblast – Celulă stem a măduvei osoase ce dă naștere tuturor elementelor sanguine.

hemoglobină – Pigment roșu eritrocitar ce transportă oxigen.

hemoliză – Proces de distrugere a eritrocitelor ca rezultat al modificărilor chimice și biochimice.

hemoragie – Pierderea sângelui printr-un perete vascular rupt.

hernie – Protruzia anormală a unui organ printr-o membrană înconjurătoare.

himen – Cută subțire de epiteliu, ce blochează parțial sau complet intrarea în vagin, înainte de debutul activității sexuale.

hipertensiune – Presiune arterială crescută.

hipofiza (glanda pituitară) – Glandă endocrină localizată la baza creierului; produce și/sau eliberează numeroși hormoni.

hipotalamus – Regiune cerebrală, la baza celui de al treilea ventricul, cu funcții multiple; produce oxitocină și hormon antidiuretic ce sunt stocate în hipofiza posterioară înainte de eliberare în sânge.

hipoxie – Tulburare în care nu există o cantitate adecvată de oxigen la nivel tisular.

histamină – Substanță cu rol în reacțiile alergice și inflamații.

homeostazie – Menținerea în limite normale a mediului intern al organismului.

hormon – Steroid sau moleculă proteică eliberată în sânge pentru a acționa ca mesager chimic asupra celulelor țintă.

hormon adrenocorticotrop (ACTH) – Hormon produs de lobul anterior hipofizar, care influențează producția și secreția anumitor hormoni de la nivelul cortexului glandei suprarenale.

hormon antidiuretic (ADH) – Hormon produs de hipotalamus și eliberat de hipofiza posterioară; stimulează rinichii să reabsoarbă apa și reduce volumul urinar.

hormon de creștere (HGH) – Hormon al hipofizei anterioare ce stimulează creșterea corpului; denumit și somatotrop.

hormon foliculostimulant (FSH) – Hormon al hipofizei anterioare, ce stimulează dezvoltarea foliculului ovarian la femei și a spermatozoizilor la bărbați.

hormon luteinizant (LH) – Hormon al hipofizei anterioare ce asigură maturarea foliculilor ovarieni și determină ovulația la femei; stimulează celulele interstițiale ale testiculului să producă testosteron.

hormon paratiroidian (PTH) – Hormon eliberat de glandele paratiroide, ce crește nivelul sanguin de calciu.

ileon – Porțiunea finală a intestinului subțire.

imunitate mediată celular – Imunitate conferită de limfocite T activate, care distrug celulele infectate cu microorganisme, sau celulele străine, și eliberează substanțe chimice ce reglează răspunsul imun.

imunoglobulină – Proteină eliberată de celulele plasmatice, implicată în imunitate; anticorp.

inferior – Caudal; referitor la o poziție la capătul distal al corpului.

inserție – Locul de atașare al unui mușchi.

inspirație – Actul de aspirare a aerului în plămân.

insulină – Hormon produs de celulele beta ale pancreasului, ce facilitează pasajul moleculelor de glucoză în celule; deficitul determină diabet zaharat.

intercelular – Între celule.

intracelular – În interiorul unei celule.

ion – Atom cu sarcină electrică pozitivă sau negativă.

ipsilateral – Situat de aceeași parte.

ischemie – Scăderea perfuziei sanguine.

jejun – Porțiune a intestinului subțire între duoden și ileon.

joncțiune neuro-musculară – Regiune unde un neuron motor realizează contactul cu celulele musculaturii scheletice.

labie – Cută a pielii, la nivelul organului genital feminin.

lactație – Producția și secreția laptelui de glandele mamare.

lacună – Depresiune sau spațiu ocupat de celule.

lanugo – Păr fin, pufos, ce acoperă fătul.

laringe – Organ cartilaginos între trahee și faringe; conține corzile vocale.

lateral – Regiune la distanță de linia mediană a corpului.

legătură ionică – Legătură chimică formată prin atracția ionilor.

leucocite – Celule sanguine albe.

lichid cefalorahidian (LCR) – Lichid de consistența plasmei, care se află în interiorul cavităților creierului și la nivelul canalului central al măduvei spinării.

lichid interstițial – Lichidul dintre celule; denumit și lichid intercelular.

lichid seminal - Lichid ce conține spermatozoizi și secrețiile glandelor sistemului reproducător masculin.

lichid sinovial – Lichid secretat de membrana sinovială ce înconjoară o articulație mobilă precum cotul sau genunchiul; util în lubrifierea și nutriția suprafețelor articulare.

ligament – Bandă de țesut fibros ce conectează oasele.

limfă – Lichid cu conținut proteic crescut; provine din lichidul interstițial și e transportată de vasele limfatice înapoi în circulația sanguină.

limfocit – Leucocit agranular ce se maturizează și funcționeză în organele limfoide.

limfocite B – Celule implicate în imunitatea mediată prin anticorpi; denumite și celule B.

limfocite T – Limfocite implicate în răspunsul mediat celular; includ celulele helper, citotoxice, supresoare și cu memorie; denumite și celule T.

lombar – Care se referă la zona corpului situată în dreptul coloanei vertebrale lombare.

lumen – Cavitate în interiorul unui vas de sânge sau organ cavitar.

macrofag – Celulă fagocitară de origine conjunctivă, ce se găsește, sub diferite denumiri, în mai multe țesuturi.

matrice – Substanță extracelulară produsă de celulele țesutului conjunctiv.

meat – Deschidere spre exterior a unui canal sau sistem.

medial – Regiune către linia mediană a corpului.

mediastin – Regiunea din cavitatea toracică, ce separă cei doi plămâni.

medulară – Porțiune centrală a anumitor organe precum rinichii.

medulla oblongata – Partea superioară a măduvei spinării; bulb rahidian.

melanină – Pigment sintetizat de celule specializate numite melanocite; conferă culoare pielii și părului.

membrană bazală – Structură prin care țesutul epitelial se ancorează de țesutul conjunctiv subiacent.

membrană mucoasă – Membrană ce formează învelișul intern al organelor cavitare ce se deschid în mediul extern; mucoasă.

meninge – Cele trei membrane protectoare ale sistemului nervos central.

menopauză – Perioada în care ciclurile menstruale încetează.

menstruație – Scurgere periodică de sânge, secreții și țesuturi din uter, în absența sarcinii.

metabolism – Totalitatea reacțiilor chimice produse la nivelul celulelor; cuprinde anabolismul și catabolismul.

mezencefal – Regiunea trunchiului cerebral situată între punte și diencefal.

mezenter – Extensie dublu stratificată a peritoneului ce susține majoritatea organelor intraabdominale.

mezoderm – Foiță embrionară ce va da naștere mușchilor scheletici, netezi și cardiac etc.

micelii – Forma sub care sunt transportați acizii grași și monogliceridele.

microglie – Celulă glială implicată în fagocitoză.

microvilozități – Proiecții submicroscopice ale membranei celulelor din mucoasă intestinală.

micțiune – Procesul de eliminare a urinei.

mineralocorticoizi – Hormoni steroizi produși de cortexul suprarenalei; reglează metabolismul mineral și balanța hidrică.

miocard – Mușchiul cardiac.

miofibrilă – Filament contractil aflat în celulele musculare.

miofilament – Proteină contractilă din celulele musculare; există două tipuri de miofilamente: actină și miozină.

mioglobină – Pigment din celulele musculare, ce leagă oxigen.

miometru – Strat gros de mușchi neted la nivelul uterului.

miozină – Una dintre principalele proteine musculare contractile.

monocit – Leucocit agranular; prezintă un nucleu reniform (în formă de rinichi).

mucus – Material vâscos, secretat de glandele mucoase și membranele mucoase.

mușchi erector al firului de păr – Mușchi neted atașat firului de păr.

mușchi cardiac – Mușchi specializat al inimii.

mușchi neted – Mușchi alcătuit din celule musculare nestriate; se găsește în organele viscerale și nu se află sub control voluntar.

mușchi striat – Mușchi alcătuit din fibre musculare striate; se găsește în mușchiul cardiac și în cel scheletic.

nefron – Unitatea structurală și funcțională a rinichiului; alcătuit din capsula glomerulară, tubii proximali și distali, și ansa Henle.

nerv motor – Nerv ce transportă impulsurile de la nivelul creierului și al măduvei spinării.

nerv senzitiv – Nerv ce transportă impulsurile nervoase către sistemul nervos central.

nervi cranieni – Cele 12 perechi de nervi cu origine în creier și extensie la nivelul mușchilor și glandelor.

nervi micști – Nervi ce conțin prelungirile neuronilor motori și senzitivi.

nervi spinali – Cele 31 de perechi de nervi cu origine în măduva spinării.

neurohipofiză – Glanda hipofizară posterioară.

neuron – Celulă a sistemului nervos, specializată în generarea și transmiterea impulsului nervos.

neuron bipolar – Neuron cu un axon și o dendrită, ce pornesc din părți opuse ale corpului celular.

neuron postganglionar – Neuron motor autonom, care are corpul celular în ganglionii periferici și prelungirile axonale într-un organ efector sau mușchi.

neuron preganglionar – Neuron motor autonom, care are corpul celular în SNC și prelungirile axonale la un ganglion periferic.

neurotransmițător – Substanță chimică eliberată de neuron pentru stimularea sau inhibarea receptorilor de la nivelul membranei postsinaptice.

neutrofil – Leucocit granular, cu nucleu polilobulat, specializat în fagocitoză.

neuron multipolar – Neuron cu un axon lung și numeroase dendrite.

neuron senzitiv – Neuron ce recepționează și conduce impulsurile nervoase de la nivelul receptorilor și le transmite la nivelul SNC.

neuron pseudounipolar – Neuron ce are o singură prelungire ce se separă într-un axon și o dendrită.

nevroglii – Celule ale ţesutului nervoscu rol de suport şi izolare; cuprind astrocitele, microglia şi oligodendrocitele.

nod atrioventricular – Masă de celule excitoconductoare, localizată în profunzimea septului interatrial, la nivelul atriului drept.

nod sinoatrial – Masă de celule excitoconductoare, la nivelul peretelui atriului drept; denumit pacemaker.

nodul limfatic – Organ limfatic ce filtrează limfa; conţine limfocitele sistemului imun.

occipital – Arie din porţiunea posterioară a craniului.

ovocit – Ovul imatur.

ovogeneză – Proces de formare a ovulelor în ovar.

organ – Porţiune a corpului formată din două sau mai multe ţesuturi, cu o anumită funcţie.

origine – Loc de fixare al unui muşchi ce rămâne relativ fix în timpul contracţiei.

osicule – Cele trei oscioare ale urechii medii: ciocan, nicovală şi scăriţă.

osmoreceptor – Structură sensibilă la presiunea osmotică.

osmoză – Difuziunea apei printr-o membrană semipermeabilă, dintr-o zonă cu concentraţie crescută către o zonă cu concentraţie scăzută.

osteoblast – Celulă formatoare de os.

osteoclast – Celulă mare, macrofagică, ce reabsoarbe şi distruge matricea osoasă.

osteocit – Celulă osoasă în repaus.

osteogeneză – Proces de formare osoasă.

osteon – Sistem de celule şi canale interconectate în structura microscopică a osului compact; denumit şi sistem haversian.

otolit – Particulă de carbonat de calciu în membrana otolitică a canalelor auditive semicirculare.

ovar – Gonada feminină în care se produc ovule.

ovul – Ovocit matur.

ovulaţie – Expulzia ovulului matur din foliculul ovarian.

oxihemoglobină – Formă a hemoglobinei ce transportă oxigen.

oxitocină – Hormon eliberat de hipofiza posterioară; stimulează contracţia uterină în timpul naşterii şi ejecţia laptelui în timpul lactaţiei.

pancreas – Glandă localizată sub stomac, între duoden şi splină; produce secreţii exocrine pentru digestia proteinelor, glucidelor şi a grăsimilor, şi secreţii endocrine precum insulină şi glucagon.

papile gustative – Receptorii senzitivi de la nivelul celulelor gustative localizate la nivelul limbii.

parasimpatic – Diviziune a sistemului nervos autonom ce reglează funcţiile interne.

pectoral – Referitor la regiunea toracică anterioară.

penis – Organ masculin pentru copulaţie şi micţiune.

pericard – Sac format din două foiţe; învelește inima.

perineu – Porţiune a corpului ce se extinde de la anus până la scrot la bărbaţi, şi până la vulvă la femei.

periost – Membrană nutritivă ce acoperă osul.

peristaltism – Unde de contracţie ale stratului muscular neted necesare înaintării alimentelor de-a lungul tractului gastrointestinal.

peritoneu – Membrană seroasă ce căptuşeşte cavităţile abdominale şi acoperă suprafaţa organelor viscerale.

pH – Măsurarea acidităţii şi alcalinităţii relative a unei soluţii; este invers proporţional cu concentraţia ionilor de hidrogen dintr-o soluţie.

pia mater – Stratul intern al meningelui.

pilor – Porţiune distală a stomacului, la joncţiunea cu duodenul.

pinocitoză – Proces prin care fagocitele înghit particule mici de lichid.

placentă – Organ temporar ce asigură mediul de transfer pentru gaze dizolvate, substanţe nutritive şi reziduuri, între fluxul sanguin al fătului şi cel matern; organ endocrin prin producerea de hormoni.

plachetă – Element celular implicat în coagulare; denumit şi trombocit.

plan sagital – Plan longitudinal ce divide corpul sau părţi ale corpului într-o porţiune dreaptă şi una stângă.

plasmă – Componentă fluidă a sângelui.

placa epifizară – Cartilaj hialin aflat la nivelul joncţiunii dintre diafiză şi epifiză, loc de creştere al oaselor lungi.

pleură viscerală – Foiţa internă a pleurei, ce acoperă suprafaţa fiecărui plămân.

pleură parietală – Foiţa externă a pleurei, ce acoperă suprafaţa internă a cutiei toracice.

plex – Rețea unde converg fibrele provenite de la mai mulți nervi.

rugae – Pliuri pe suprafața internă a stomacului.

posterior – Regiunea din spate a unui organism, organ sau parte; suprafața dorsală.

potențial de acțiune – Impuls nervos.

presiune coloid-osmotică – Presiune exercitată de plasmă și fluidele corpului; rezultă din presiunea proteinelor sanguine precum albumina; permite fluidelor să pătrundă și să părăsească torentul sanguin.

presiune hidrostatică – Presiune exercitată de fluidul dintr-un sistem; presiune arterială.

progesteron – Hormon responsabil pentru pregătirea uterului pentru implantarea ovulului fecundat; este produs de corpul galben și placentă.

pronație – Rotația antebrațului astfel încât palma să privească spre posterior.

proximal – Direcția orientată spre locul de atașare al unei extremități de trunchi; opus distalului.

pulmonar – Ce aparține plămânilor.

puls – Expansiune ritmică și recul arterial provenit din contracția cardiacă.

punte – Porțiune a trunchiului cerebral ce conectează bulbul rahidian de mezencefal.

pupilă – Deschidere în centrul irisului prin care pătrunde lumina.

rata metabolică bazală – Măsură a energiei cheltuite de organism într-o perioadă de timp.

receptor – Structură specializată pentru detectarea unor stimuli.

reflex – Reacție autonomă la un stimul.

renal – Ce aparține rinichilor.

renină – Substanță eliberată de rinichi și implicată în reglarea presiunii arteriale alături de angiotensină.

reticul sarcoplasmatic – Reticul endoplasmatic specializat, al celulelor musculare.

retină – Strat nervos la nivelul porțiunii posterioare a globului ocular, ce conține fotoreceptori.

sarcină – Perioada de dezvoltare intrauterină a fătului, cu durată de aproximativ 266 de zile sau 9 luni.

sarcomer – Unitate funcțională contractilă a musculaturii scheletice; conține miofilamente de actină și miozină.

scleră - Țesut fibros alb localizat în porțiunea externă a globului ocular.

scrot – Structură sacciformă ce conține testiculele.

sebum – Secreție uleioasă a glandelor sebacee.

secusă musculară – Contracția unei singure fibre musculare.

ser – Fluid sanguin gălbui, obținut după coagulare; nu conține celule sanguine sau factori de coagulare.

sfincter – Mușchi ce înconjoară o deschidere a unui organ.

sistem de organe – Grup de organe cu funcții complementare, care îndeplinește o anumită funcție a organismului.

sistem haversian – Sistem de celule și canale interconectate în structura microscopică a osului compact.

sistem tegumentar – Pielea și anexele ei.

sistem limbic – Structuri aflate în jurul trunchiului cerebral implicate în răspunsul emoțional.

sistem limfatic – Sistem alcătuit din limfă, vasele limfatice și țesuturile limfoide; drenează excesul de fluid din spațiul extracelular și este asociat cu sistemul imun.

sistem nervos autonom – Diviziune a sistemului nervos periferic care inervează involuntar glandele, mușchii netezi și cel cardiac.

sistem nervos central – Creierul și măduva spinării.

sistem nervos periferic – Subdiviziune a sistemului nervos alcătuită din nervi și ganglioni localizați în exteriorul SNC.

sistem port hepatic – Sistem de transport sanguin în care vena portă hepatică transportă sângele de la tractul gastrointestinal și splină către ficat.

sistemic – Referitor la întregul corp.

sistolă – Perioada de contracție a inimii.

sinus – Cavitate ce conține aer, situată în anumite oase craniene sau structură vasculară.

schelet axial – Porțiune a scheletului ce formează axa centrală a corpului; include craniul, coloana vertebrală și toracele.

simfiză – Articulație în care oasele sunt conectate între ele prin țesut fibrocartilaginos.

sinapsă – Joncțiunea dintre doi neuroni alăturați sau dintre un neuron și o celulă țintă precum celula musculară.

sinartroză – Articulație imobilă.

sistem nervos simpatic – Subdiviziune a sistemului nervos autonom ce activează sistemele corpului în timpul stresului.

somatotrop – Hormon al hipofizei anterioare ce stimulează creșterea; denumit și hormon de creștere.

spasm – Contracție bruscă a unui mușchi.

steroizi – Grup de substanțe lipidice cu inele complexe de carbon, prezente în anumiți hormoni.

subcutanat – Sub piele.

substanță albă – Componentă a SNC, alcătuită din fibre nervoase mielinizate.

substanță cenușie – Porțiunea internă a SNC, alcătuită din corpi celulari și fibre nervoase amielinice.

superficial – Referitor la o regiune situată aproape de suprafața corpului.

superior – Referitor la regiunile părții superioare a corpului.

supinație – Rotația antebrațului astfel încât palma să privească spre anterior.

sutură – Articulație imobilă la nivelul oaselor craniului.

șanț - Adâncitură superficială la nivelul creierului.

talamus – Masă de substanță cenușie de la nivelul diencefalului ce acționează ca centru integrativ al impulsurilor senzitive.

teacă de mielină – Substanță lipidică de culoare albă ce înconjoară prelungirile neuronului.

tendon – Cordon dens de țesut fibros ce atașează mușchiul de os.

termoreceptor – Receptor sensibil la modificările temperaturii.

testicul – Organul sexual masculin ce produce spermatozoizi.

timus – Organ limfoid în care se maturează limfocitele T; produce hormoni numiți timozine.

torace – Cavitate a corpului situată deasupra diafragmului.

trahee – Tub cartilaginos semirigid ce transportă aer de la nivelul laringelui către arborele bronșic.

trohanter – Protuberanță mare la nivelul unui os, unde se atașează mușchi.

trombină – Enzimă ce convertește fibrinogenul în fibrină și astfel formează cheagul sanguin.

trombocit – Denumire alternativă pentru plachetele sanguine; fragmente celulare ce participă în procesul de coagulare a sângelui.

trompa lui Eustache – Tub ce se extinde de la nazofaringe către urechea medie pentru egalizarea presiunilor dintre urechea externă și cea medie.

trompele lui Falloppio – Organe tubulare ale sistemului reproducător feminin ce primesc ovocitele după eliberarea acestora de către ovar și le conduc la nivelul uterului; locul de fecundare al ovocitelor de către spermatozoid; trompe uterine.

trompe uterine – vezi Trompele lui Falloppio.

trunchi cerebral – Regiunea creierului ce cuprinde mezencefalul, puntea și bulbul rahidian.

tuberozitate – Protuberanță mare, rugoasă ce servește drept loc de atașare a mușchilor.

tubi seminiferi – Tubi strâns încolăciți în interiorul testiculului, unde se produc spermatozoizi.

țesut – Grup de celule cu structură similară, care funcționează împreună, și îndeplinesc aceeași funcție.

umoare apoasă – Lichid apos din camera anterioară a globului ocular.

umoare vitroasă – Substanță gelatinoasă în camera posterioară a globului ocular.

uree – Produs de degradare al metabolismului aminoacizilor, ce conține amoniac; produsă în ficat și excretată în urină.

ureter – Tub ce transportă urina de la rinichi către vezica urinară.

uretră – Tub prin care trece urina de la nivelul vezicii urinare către exterior.

uter – Organ cavitar cu pereți groși, ce primește și asigură nutriția ovulului fecundat; organul unde se dezvoltă embrionul și fătul.

uvulă – Proiecție tisulară ce se extinde în jos, de la palatul moale.

vagin – Canal fibromuscular ce se întinde de la colul uterin până la orificiul vaginal.

valve semilunare – Valve în artera pulmonară și aortă ce previn sângele să se întoarcă în ventricule.

vas deferens – vezi Duct deferent.

vasoconstricție – Îngustarea unui vas de sânge.

vasodilatație – Lărgirea unui vas de sânge.

vegetații adenoide – Amigdale faringiene.

vene – Vase ce aduc sângele la inimă.

ventral – Referitor la regiunea frontală a corpului; anterior.

ventricule – Cavități cardiace pereche, ce pompează sânge către artera pulmonară și aortă.

ventriculi cerebrali - Cavități pline cu lichid cefalorahidian, la nivel cerebral.

venule – Vene mici.

veziculă biliară – Formațiune sacciformă sub lobul drept hepatic, în care este stocată bila.

vili – Proiecții digitiforme ale peretelui intestinal, care cresc suprafața de absorbție.

visceral – Referitor la un organ al cavității toracice sau abdominale.

volum bătaie – Cantitatea de sânge pompată de ventricul în timpul unei contracții.

vulvă – Organ genital extern al sistemului reproducător feminin.

zigot – Ovul fecundat.

INDEX

P

R

S